COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 3 JANVIER 1922.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES LEMOINE, PUIS DE M. ÉMILE BERTIN.

M. **Georges Lemoine**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1921.

État de l'impression des recueils de l'Académie au 1er janvier 1922.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Les tomes 167 (2e semestre de l'année 1918) et 168 (1er semestre 1919) sont parus avec leurs tables et ont été mis en distribution.

Les numéros des 2e semestre de l'année 1919, 1er et 2e semestres de l'année 1920, 1er et 2e semestres de l'année 1921 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le tome LVII, 2e série, est sous presse.

Procès-verbaux des séances de l'Académie des Sciences, tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835. — Le tome IX, années 1828-1831, a été mis en distribution.

Le tome X, années 1832-1835, est sous presse.

Annuaire de l'Académie. — L'Annuaire pour 1922 est paru et est mis en distribution au cours de cette séance.

Les deux volumes de M. A. Lacroix : *Déodat Dolomieu, Membre de l'Institut national* (1751-1801), ont été mis en distribution.

Membres décédés depuis le 1er janvier 1921.

Section de Géométrie. — M. **Georges Humbert**, à Paris, le 22 janvier.

Section de Géographie et Navigation. — M. **Alfred Grandidier**, à Paris, le 13 septembre.

Section de Physique générale. — M. **G. Lippmann**, en mer au retour d'une mission au Canada, le 12 juillet.

Section de Chimie. — M. **Émile Bourquelot**, à Paris, le 26 janvier.

Section d'Anatomie et Zoologie. — M. **Edmond Perrier**, à Paris, le 31 juillet.

Académiciens libres. — M. **J. Carpentier**, à Joigny, Yonne, le 30 juin.

Membres élus depuis le 1er janvier 1921.

Section de Géométrie. — M. **Émile Borel**, le 11 avril, en remplacement de M. Georges Humbert, décédé.

Section de Physique générale. — M. **Marcel Brillouin**, le 21 novembre, en remplacement de M. G. Lippmann, décédé.

Section de Chimie. — M. **Auguste Béhal**, le 31 janvier, en remp'acement de M. Armand Gautier, décédé; M. **Georges Urbain**, le 9 mai, en remplacement de M. Émile Bourquelot, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie. — M. **Louis Joubin**, le 14 février, en remplacement de M. Yves Delage, décédé; M. **Félix Mesnil**, le 5 décembre, en remplacement de M. Edmond Perrier, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Pierre Bazy**, le 24 janvier, en remplacement de M. Félix Guyon, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Géographie et Navigation. — M. **Alfred Grandidier**, décédé à Paris, le 13 septembre 1921.

Académiciens libres. — M. **J. Carpentier**, décédé à Joigny, Yonne, le 30 juin 1921.

Associés étrangers. — M. **Simon Schwendener**, décédé à Berlin, le 27 mai 1919.

Correspondants décédés depuis le 1er janvier 1921.

Pour la Section de Géométrie. — M. **H. A. Schwarz**, à Berlin-Grunewald, le 30 novembre.

Pour la Section de Mécanique. — M. **Vallier**, à Versailles, le 29 mars; M. **Henry Parenty**, à Paris, le 16 décembre.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Gaillot**, à Chartres, le 4 juin.

Correspondants élus depuis le 1er janvier 1921.

Pour la Section de Mécanique. — Sir **George Greenhill**, à Londres, le 14 mars, en remplacement de M. Voigt, décédé; M. **Jules Andrade**, à Besançon, le 2 novembre, en remplacement de Vallier, décédé.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Ernest W. Brown**, à New-Haven, le 31 janvier, en remplacement de M. Pickering, décédé.

Pour la Section de Physique générale. — Sir **Ernest Rutherford**, à Cambridge, Angleterre, le 21 février, en remplacement de M. Albert Michelson, élu associé étranger; M. **Pieter Zeeman**, à Amsterdam, le 19 décembre, en remplacement de M. Auguste Righi, décédé.

Pour la Section de Botanique. — M. **Jean Massard**, à Bruxelles, le 23 mai, en remplacement de M. Pfeffer, décédé.

Pour la Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Jules Bordet**, à Bruxelles, le 21 février, en remplacement de M. Pierre Morat, décédé.

Correspondants à remplacer.

Pour la Section de Géométrie. — M. **H. A. Schwarz**, décédé à Berlin-Grunewald, le 30 novembre 1921.

Pour la Section de Mécanique. — M. **Henry Parenty**, décédé à Paris, le 16 décembre 1921.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Georges Ellery Hale**, élu Associé étranger le 10 mars 1919; Sir **Norman Lockyer**, décédé à Salcombe Regis, Sidmouth, Angleterre, le 16 août 1920; M. **Gaillot**, décédé à Chartres, le 4 juin 1921.

Pour la Section de Minéralogie. — M. **Œhlert**, décédé à Laval, le 17 septembre 1920.

Pour la Section de Botanique. — M. **Boudier**, décédé à Blois, le 4 février 1920.

En prenant possession du fauteuil de la présidence, M. **E. Bertin** s'exprime en ces termes :

Mes chers et très honorés Confrères,

Je tiens tout d'abord, pour inaugurer mes nouvelles fonctions, à vous remercier de l'honneur que vous m'avez fait en m'élisant Président de l'Académie des Sciences; j'y ai été infiniment sensible.

Je m'associe au souhait exprimé par mon éminent prédécesseur et vieil ami au sujet du silence désirable qui permettrait de mieux entendre les Communications faites à l'Académie. Ce silence est d'autant plus désirable que l'acoustique de notre salle est plus défectueuse et que l'auditoire est disposé longitudinalement, tandis que les orateurs parlent dans le sens transversal.

La sonnette présidentielle est quelque peu impuissante à dominer le bruit des conversations. Je serai cependant obligé de m'en contenter, à défaut de la *Savoyarde*, difficile à faire descendre de la basilique de Montmartre.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés distinctives des amylases de différentes provenances.* Note [1] de M. Jean Effront.

L'étude de l'individualité des différentes amylases exige une méthode qui permette de doser leur pouvoir liquéfiant. C'est pourquoi nous avons

---

[1] Séance du 27 décembre 1921.

substitué aux méthodes courantes, qui ne fournissent que des données approximatives, une méthode nouvelle basée sur l'action coagulante de l'iode sur l'amidon, qui permet de suivre les réactions dans leurs phases intermédiaires.

On introduit, dans une série de tubes contenant 2^{cm^3} d'un empois à 1 pour 100 de fécule de pommes de terre, 2^{cm^3} des substances actives à des concentrations différentes. On chauffe au bain-marie le mélange à la température optima de la diastase employée : 40° ou 60°. A intervalles de 5 minutes, on prélève deux grandes gouttes ($0^{cm^3},2$) de chaque tube et on les réunit, dans les godets d'une plaque en porcelaine à une goutte ($0^{cm^3},05$) d'iode $\frac{N}{10}$. Dans le godet réservé à l'essai témoin qui est fait sans diastase, l'amidon se trouve précipité sous forme de grands flocons bleus nageant dans un liquide jaune. On observe dans les autres godets le commencement de l'action de la substance active sur l'amidon, en constatant la diminution de la grandeur des grains colorés en bleu, qui se forment. Dans la phase suivante les grains ont encore diminué, mais le liquide est devenu bleu, et dans la phase finale le liquide bleu est complètement exempt de grains, ainsi que de tous débris.

L'étude de diverses amylases, par cette méthode, est résumée dans le tableau suivant. (Nous indiquons par P. L. et P. S. le pouvoir liquéfiant et le pouvoir saccharifiant par heure et par gramme de substance employée; par P. S. M. l'intensité d'hydrolyse qui se manifeste en présence d'un grand excès de diastase après 5 heures d'action à la température optima.)

Provenance de la diastase.	Dilution.	P.L.	P.S.	P.S.M.	$100\frac{P.S}{P.L}$.
1. Pancréatine..........	2 400 000	6000	61,60	71	1,01
2. Taka-diastase........	80 000	480	6,10	»	1,27
3. *Mesentericus* amylase.	43 000	200	9,25	41	4,62
4. Orge malté..........	32 000	40	2,92	72	7,3
5. Salive...............	5 000	40	0,43	72	1,09
6. Urine...............	120	0,12	0,001	71	0,83
7. Orge................	40	0,025	0,56	44	2400
8. Avoine..............	55	0,1	0,63	48	630
9. Son de riz...........	400	0,3	0,4	45	133
10. Graine d'arachide....	430	0,5	0,45	51	90
11. Feuilles de poirier...	20	0,033	0,004	45	12
12. Feuilles de syringa...	3	0,015	»	»	»
13. Mâche...............	12	0,3	0,031	35	11
14. Laitue..............	12	0,03	»	43	»
15. Chicorée............	2	0,003	»	»	»
16. Cresson.............	5	0,01	0,001	42	01

Les propriétés individuelles des amylases se reflètent surtout dans le

rapport entre P. S. et P. L. Une unité de diastase capable de liquéfier en une heure 100^{g} d'amidon, fournit dans le même temps des quantités très variables de maltose (1^{g} à 2240^{g}). L'individualité des amylases se manifeste aussi dans leur température optima et leur thermostabilité.

Pouvoirs liquéfiants comparatifs à des températures de 20° à 100°.

Provenance de la diastase.	20°.	40°.	60°.	70°.	95°.	100°
1. Orge malté	6	33	100	50	0	0
2. Salive	67	100	86	0	0	0
3. Urine	40	100	80	»	»	»
4. *Mesentericus* amylase (¹)	50	100	80	85	0,3	0
5. Pancréatine	44	100	33	2	0	0
6. Taka-diastase	20	100	29	8	0	0
7. Orge	60	100	21	9	0	0
8. Ricin malté	13	33	100	96	13	3
9. Endive	62	100	90	»	133	très actif
10. Laitue	15	41	100	»	45	»
11. Cresson	62	100	40	160	70	3
12. Chicorée	55	100	80	»	»	»
13. Mâche	9	43	100	70	70	20

Pour les températures de 20° à 60°, la vitesse de la réaction a été déterminée en mettant directement l'amidon en présence de la substance active. Pour les températures supérieures à 60°, la diastase a été préalablement maintenue 15 minutes à la température indiquée.

Pour constater la thermostabilité des amylases, il faut se placer dans des conditions spéciales. Le suc des herbes porté à des températures de plus de 60° se trouble plus ou moins fortement. Ces liquides troubles sont généralement peu ou pas actifs, mais deviennent actifs si on les filtre sur papier. Souvent le P. L. et le P. S. des liquides chauffés et ensuite filtrés sont très supérieurs à ceux des liquides qui n'ont pas été préalablement chauffés.

Influence de la filtration sur le P. L. des diastases.

Provenance de l'amylase.	Diastase non chauffée et filtrée.	Diastase 15' à 65°		Diastase 15' à 95°		Diastase 1' à 100°	
		non filtrée.	filtrée.	non filtrée.	filtrée.	non filtrée.	filtrée.
Endive	100	62	62	13	210	0	actif
Laitue	100	64	450	50	45	0	45
Cresson	100	15	146	0	53	0	actif
Mâche	100	60	85	20	75	0	5

La régénération de l'activité d'une enzyme à la température de 100° a

(¹) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 415.

déjà été constatée par Durieux, G. Bertrand et Rosenblatt [1]. La levure de bière desséchée fournit un suc qui, chauffé à 80°, perd son pouvoir sur le saccharose. Le même suc porté à 100° se montre très riche en sucrase. Durieux explique cette thermorégénération par la coagulation de l'albumine à 80°, coagulation qui a immobilisé la sucrase, laquelle est remise en liberté à l'ébullition. Cette interprétation ne peut pas s'appliquer aux cas que nous avons étudiés où tout se passe comme si dans le liquide actif se trouvait un corps entravant l'action de la diastase. La température exalte cette action, mais fait changer en même temps l'état physique de la substance retardatrice, qui dès lors acquiert la propriété d'adhérer au filtre. Nous avons eu l'occasion d'observer des phénomènes du même ordre avec la ptyaline, mais ici c'est la diastase et non la substance retardatrice qui se trouve retenue par le filtre.

P. L. comparatifs d'une salive à $\frac{1}{300}$ avant et après filtration.

	Salive portée 15′ à 60°			Salive portée 15′ à 65°	
Salive non chauffée et filtrée.	avant filtration.	après filtration à froid.	après filtration à 60°.	avant filtration.	après filtration à 65°.
100.....	35	6	0	25	0

La salive portée à 60° reste complètement limpide, mais il résulte de l'effet qu'exerce la filtration que la température fait subir à la ptyaline des modifications physiques très profondes, qui se manifestent par le changement de ses propriétés d'adhérence.

En résumé, les amylases de différentes provenances se distinguent par le rapport entre leur P. L. et leur P. S., par l'intensité de leur P. S., par leur température optima, par leur action à la température de 20° et par leur résistance aux températures de 70°, 95° et 100°. La salive et les diastases des herbes portées à la température de 60° et plus montrent une sensibilité très grande aux effets de la filtration. Le passage par les pores du filtre régénère dans certains cas l'activité, affaiblie sous l'action de la chaleur; dans d'autres cas il conduit à une action diamétralement opposée. On peut présumer que ce phénomène est dû à l'action de la chaleur sur les divers colloïdes contenus dans les diastases : la substance active, ainsi que les substances retardatrices de nature colloïdale qui l'accompagnent, acquièrent sous certaines conditions la propriété d'adhérer à des substances poreuses.

(1) Durieux, *Bull. Soc. chim. belg.*, avril 1914. — G. Bertrand et Rosenblatt, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1455.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture** invite l'Académie à désigner six de ses Membres qui feront partie du Conseil d'administration de l'*Institut des recherches agronomiques*, créé par la loi du 30 avril 1921 et organisé par décret en date du 26 décembre 1921.

L'**Académie royale de Belgique** invite l'Académie à participer aux solennités qui auront lieu à l'occasion du cent-cinquantième anniversaire, qui sera célébré le 24 mai 1922.

L'Académie délègue son Bureau.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Études sur l'organisation et le développement des Lombriciens limicoles thalassophiles*. (Présenté par M. F. Mesnil.)

2° Carl.-Aug. Nilsson-Cantell. *Cirripeden-Studien. Zur Kenntnis der Biologie, Anatomie und Systematik dieser Gruppe.*

3° Erik A : son Stensiö. *Triasic Fishes from Spitzbergen.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les familles quasi-normales.* Note de M. **Paul Montel.**

1. Considérons une famille de fonctions $f(x)$ holomorphes dans un domaine connexe (D) : nous dirons que cette famille est *quasi-normale* dans ce domaine si, de toute suite infinie de fonctions de cette famille

$$f_1(x), \quad f_2(x), \quad \ldots, \quad f_n(x), \quad \ldots,$$

on peut extraire une suite partielle convergeant uniformément à l'intérieur de (D), *sauf autour d'un nombre limité de points*, vers une fonction holomorphe ou une constante finie ou infinie. Les points de convergence non uniforme seront appelés *points irréguliers*.

Si le nombre des points irréguliers ne dépasse pas l'entier p, nous dirons que la famille est *quasi-normale d'ordre p*; lorsque $p = 0$, la famille est normale.

Lorsqu'une famille quasi-normale est composée de fonctions ne prenant pas plus de p fois la valeur zéro, cette famille est quasi-normale d'ordre p au plus; en particulier, si $p = 0$, c'est-à-dire si zéro est une valeur exceptionnelle, la famille est normale.

On peut énoncer la proposition suivante qui est fondamentale dans l'étude des familles quasi-normales : *La famille des fonctions $f(x)$ holomorphes dans le domaine* (D), *telles que $f(x)$ n'ait pas plus de p zéros et que $f(x) - 1$ n'ait pas plus de q zéros dans ce domaine, est une famille quasi-normale dont l'ordre ne dépasse pas le plus petit des deux nombres p et q.*

En particulier, si p ou q est nul, c'est-à-dire si les fonctions admettent une valeur exceptionnelle, la famille est normale.

2. Il est utile de connaître des cas où l'on peut affirmer qu'une famille quasi-normale est normale et bornée. Voici des propositions indiquant certains de ces cas.

Une famille quasi-normale d'ordre p de fonctions holomorphes et bornées en $p+1$ points fixes d'un domaine (D) *est une famille normale et bornée dans ce domaine.*

Une famille quasi-normale d'ordre p formée de fonctions holomorphes ne prenant pas plus de p fois la valeur zéro et dont les $p+1$ premiers coefficients de leurs développements en série de Taylor autour d'un point fixe du domaine (D) sont bornés, est une famille normale et bornée dans ce domaine.

Cette proposition est un cas particulier du théorème suivant :

Soient $x_1, x_2, \ldots, x_k$ les affixes de k points fixes intérieurs à (D), *et supposons que les nombres*

$$\begin{array}{llll} f(x_1), & f'(x_1), & \ldots, & f^{(\alpha_1-1)}(x_1); \\ f(x_2), & f'(x_2), & \ldots, & f^{(\alpha_2-1)}(x_2); \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots; \\ f(x_k), & f'(x_k), & \ldots, & f^{(\alpha_k-1)}(x_k) \end{array}$$

soient les mêmes ou, plus généralement, soient bornés pour toutes les fonctions $f(x)$ qui forment une famille quasi-normale et ne prennent pas plus de p fois la valeur zéro; si

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_k \geq p + 1,$$

la famille de ces fonctions est normale et bornée.

3. Appliquons les résultats précédents aux fonctions qui ne prennent pas plus de p fois la valeur zéro ni la valeur un. Ces fonctions ont alors leurs modules bornés par un nombre Ω dans tout domaine (D') intérieur à (D) :

1° si les valeurs de $f(x)$ sont fixées ou bornées en $p+1$ points intérieurs à (D);

2° si les valeurs de $f(x)$ et de ses p premières dérivées sont fixées ou bornées en un point intérieur à (D);

3° plus généralement, si l'on fixe ou si on limite supérieurement les modules de $f(x)$ et d'un certain nombre de ses dérivées en plusieurs points du domaine, de telle sorte qu'il existe un polynome de degré p, prenant en ces points, ainsi que ses dérivées, les mêmes valeurs que $f(x)$ et ses dérivées.

Dans tous les cas, lorsque les domaines (D) et (D') sont déterminés, le nombre Ω ne dépend que des affixes des points donnés et des valeurs données, ou des limites supérieures de leurs modules.

En particulier, supposons que les domaines (D) et (D') soient des cercles concentriques dont le centre est à l'origine et soit

$$f(x) = a_0 + a_1 x + \ldots + a_p x^p + \ldots :$$

Les fonctions $f(x)$ holomorphes dans le cercle (D) où elles ne prennent pas plus de p fois la valeur zéro ni la valeur un et pour lesquelles les $p+1$ premiers coefficients $a_0, a_1, \ldots, a_p$ sont fixes ont leurs modules bornés dans (D') par un nombre Ω.

Il en est de même si les modules de $a_0, a_1, \ldots, a_p$ sont seulement bornés.

Si $p=0$, nous retrouvons le théorème de M. Schottky, relatif aux fonctions qui ne prennent ni la valeur zéro ni la valeur un, théorème dont la proposition précédente est une généralisation.

On peut obtenir aussi une extension parfaite du théorème correspondant de M. Landau.

ALGÈBRE. — *Sur la généralisation des fractions continues.* Note de M. **Auric**.

On connaît le rôle capital que devraient jouer les développements en fractions continues dans la théorie des nombres arithmétiques ou algébriques et l'on sait combien Hermite attachait d'importance à l'établissement d'un algorithme qui aurait été une généralisation rationnelle de celui des fractions continues.

Soit dans ses œuvres, soit dans sa correspondance avec Stieltjes (voir notamment la lettre n° 408, t. II, p. 389), Hermite revient à plusieurs reprises sur les recherches qu'il avait entreprises à ce sujet et qui, dit-il, « n'ont cessé pendant plus de cinquante ans de le préoccuper et aussi de le désespérer ».

Les difficultés rencontrées par Hermite et par ses continuateurs semblent tenir surtout à ce qu'ils ont abordé de front le calcul et l'étude des tableaux (déterminants ou matrices) qui sont la représentation explicite d'un système de formes linéaires, tandis qu'il eût été évidemment préférable et plus simple de commencer par l'étude du point représentatif d'une forme linéaire; de même qu'en géométrie analytique l'étude des coordonnées précède toujours celle des systèmes de droites.

La théorie des fractions continues ordinaires peut s'exposer comme il suit :

On considère deux nombres quelconques $a_0\, a_1$ appartenant soit au domaine réel, soit au domaine complexe.

On considère alors l'équation

$$a_0 - x_1 a_1 = 0,$$

et l'on choisit l'entier λ_1 le plus rapproché de x_1

$$x_1 = \lambda_1 + \varepsilon_1 \quad \text{avec} \quad |\varepsilon_1| < \frac{1}{2} \quad \text{ou} \quad \frac{\sqrt{2}}{2},$$

suivant le domaine dans lequel on se trouve.

On posera alors pour définir l'élément suivant a_2

$$a_0 - \lambda_1 a_1 + a_2 = 0.$$

On résoudra de même l'équation

$$a_1 - x_2 a_2 = 0,$$

et en prenant l'entier λ_2 le plus rapproché de x_2, on posera pour définir l'élément suivant a_3

$$a_1 - \lambda_2 a_2 + a_3 = 0,$$

et ainsi de suite.

On peut dire que la suite

$$a_0, \quad a_1, \quad a_2, \quad a_3, \quad \ldots$$

représente la fraction continue issue du quotient $\frac{a_0}{a_1}$.

Il est facile de généraliser cette théorie en partant d'une suite à plusieurs éléments initiaux, quatre par exemple.

Considérons quatre éléments consécutifs

$$a_i, \quad a_{i+1}, \quad a_{i+2}, \quad a_{i+3}.$$

On déterminera les entiers λ_{i+1}, μ_{i+2}, ν_{i+3}, de manière à rendre minima es modules des expressions suivantes :

$$a_i - \lambda_{i+1} a_{i+1},$$
$$a_i - \lambda_{i+1} a_{i+1} + \mu_{i+2} a_{i+2},$$
$$a_i - \lambda_{i+1} a_{i+1} + \mu_{i+2} a_{i+2} - \nu_{i+3} a_{i+3},$$

et l'élément suivant a_{i+4} sera défini par la relation

$$a_i - \lambda_{i+1} a_{i+1} + \mu_{i+2} a_{i+2} - \nu_{i+3} a_{i+3} + a_{i+4} = 0.$$

On prend les termes de cette relation alternativement positifs et négatifs afin que les déterminants des substitutions aient constamment pour valeur $+1$.

Dans le cas où tous les coefficients λ_i et μ_i sont pris égaux à zéro on retombe sur un développement que nous avons indiqué antérieurement (¹).

Jusqu'ici on n'a considéré qu'une suite d'éléments initiaux. Mais les principes exposés permettent de traiter également le cas de deux ou de plusieurs suites.

Considérons, par exemple, deux séries de trois éléments initiaux

$$a_0, \quad a_1, \quad a_2,$$
$$b_0, \quad b_1, \quad b_2.$$

On résoudra les équations

$$a_0 - x_1 a_1 + y_2 a_2 = 0,$$
$$b_0 - x_1 b_1 + y_2 b_2 = 0.$$

On prendra les entiers λ_1, μ_2 les plus rapprochés respectivement de x_1, y_2.

On définira alors a_3 et b_3 par les relations de récurrence

$$a_0 - \lambda_1 a_1 + \mu_2 a_2 - a_3 = 0,$$
$$b_0 - \lambda_1 b_1 + \mu_2 b_2 - b_3 = 0.$$

De même les éléments a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3 seront utilisés pour la déter-

(¹) *Comptes rendus*, t. 135, 1902, p. 950, et t. 141, 1905, p. 499.

mination de a_4 et de b_4 au moyen de deux équations récurrentes

$$a_1 - \lambda_2 a_2 + \mu_3 a_3 - a_4 = 0,$$
$$b_1 - \lambda_2 b_2 + \mu_3 a_3 - b_4 = 0,$$

et ainsi de suite.

Il sera facile de passer au cas général de h suites formées par $h+k$ éléments initiaux; on obtiendra ainsi une méthode systématique pour la résolution exacte ou approchée d'équations quelconques, ce qui permettra de retrouver et de généraliser les résultats déjà obtenus par Hermite et par Minkowski.

MÉCANIQUE. — *Sur les principes de la Balistique intérieure.* Note de MM. **Gossot** et **Liouville**, présentée par M. Vieille.

Les théories, actuellement proposées pour la Balistique intérieure, appartiennent à deux classes distinctes. Les unes demandent à l'expérience directe toutes les propriétés des poudres et ne se permettent aucune modification : elles aboutissent à des équations différentielles non intégrables, dont elles déduisent cependant toutes les règles nécessaires à la pratique. Les autres retouchent aux résultats fournis par l'expérience pour être ramenées au seul cas où les équations de la Balistique se laissent intégrer; elles en concluent la forme des fonctions balistiques et, grâce à certains coefficients d'adaptation, plient les formules à une représentation partielle des faits.

Dans une étude récente ([1]), on a désigné ces deux systèmes sous les noms d'*École de la compensation* et d'*École de l'intégration;* nous adoptons, dans ce qui va suivre, cette manière de parler.

La vitesse de combustion des poudres change avec la pression. L'expérience en vase clos montre qu'elle varie comme la puissance $\frac{2}{3}$ de la pression et ce résultat est accepté tel quel par l'École de la compensation. L'autre École a besoin, pour l'intégration, d'adopter la puissance 1 et la différence entre cet exposant et la réalité ne lui paraît pas suffisante pour en empêcher le choix. La divergence entre ces deux points de vue a pu paraître d'importance secondaire, tant qu'on ne s'était pas heurté à des constatations contraires à l'un d'eux. Mais nous avons signalé, dès 1907, une consé-

([1]) *Note sur l'état actuel de la Balistique intérieure*, par le capitaine Desmazières (Berger-Levrault, 1920).

quence inattendue des formules préconisées par l'École de l'intégration : Quand on tire, dans une même bouche à feu, des poudres de lenteurs et de charges croissantes, sous une même pression maximum, le point où celle-ci se produit s'éloigne sans cesse de la culasse, d'après les expériences connues; le parcours du projectile, à l'instant du maximum, peut atteindre 15 calibres et le volume occupé par les gaz est alors double du volume de la chambre. L'École de l'intégration conclut au contraire que le point de pression maximum, après s'être éloigné, rétrograde vers la culasse et la position limite trouvée correspond à un parcours inférieur, de près de moitié, à celui que l'expérience indique.

L'École de l'intégration a employé successivement des formules, issues d'une même source, et néanmoins fort différentes numériquement. Les premières en date impliquaient, entre les pressions calculées et les pressions mesurées, pour les fortes densités de chargement, des écarts énormes, que les formules ultérieures ont eu pour but de supprimer.

En ce qui concerne la position du maximum de pression, les deux types de formules sont d'accord pour l'éloigner de l'origine beaucoup moins que ne l'exigent les expériences; le premier l'éloigne toujours d'autant moins que la poudre est plus lente, pour une pression invariable; le second type commence par suivre de loin l'expérience, puis l'abandonne rapidement pour prendre, comme le premier, l'allure opposée. Les deux types de formules sont déduites d'intégrales qu'elles sont censées représenter; mais, comme elles résultent de celles-ci par un développement en séries dont deux termes au plus ont été conservés, on a pu croire d'abord que les intégrales exactes corrigeaient l'anomalie signalée plus haut.

Il restait à vérifier le bien-fondé de cette croyance, en calculant les intégrales elles-mêmes. En principe, aucune difficulté n'est à craindre : il s'agit de soumettre à des quadratures des fonctions réductibles à des fractions rationnelles; leur complication, toutefois, est telle que l'essai n'avait pas été tenté.

Par des procédés assez simples pour être appliqués à des cas nombreux, nous avons obtenu deux limites entre lesquelles il est certain que les valeurs cherchées sont comprises; ces limites se rapprochent d'ailleurs de façon à ne laisser aucun doute sur les conclusions qu'il faut adopter.

Il y a discordance des intégrales avec l'expérience et avec les formules des deux types employés, soit pour les densités de chargement fortes, soit pour les densités faibles, à la fois sur la valeur des pressions maximum réalisées et sur la position du maximum. La discordance entre l'expérience et

les formules est encore exagérée par les intégrales. La correction qu'elles apportent donne donc une raison définitive de mettre en doute les prémisses et l'on peut dire que tout se passe comme si les lois, acceptées pour la combustion des poudres par l'École de l'intégration, augmentaient beaucoup trop l'influence de la densité de chargement.

Les formules du deuxième type, dans lesquelles on s'est attaqué précisément à cette cause d'erreur, par l'intervention d'un paramètre arbitraire, n'offrent pas le même inconvénient que celles du premier type pour les densités élevées, elles présentent l'inconvénient inverse pour les densités de chargement faibles. Dans ces difficultés, on a peine à distinguer la part revenant à ce que l'on a appelé *la fonction de forme ou de combustion*, fonction choisie sans règles strictes et celle qui appartient à l'exposant de la pression dans la vitesse de combustion. Il est cependant vraisemblable que c'est ce dernier qu'il faut incriminer, car la « fonction de forme » ne peut guère influer beaucoup sur les résultats sans contredire des expériences connues.

Il va de soi que nous avons adopté, pour ces recherches, toutes les valeurs attribuées aux paramètres par l'École de l'intégration ; nos calculs seront publiés ailleurs avec les détails nécessaires.

Nous devons ajouter qu'au sujet de la position du maximum de pression, les essais ont été rares depuis 1905 et l'on ne peut que regretter une pareille abstention, pour des motifs de toutes sortes. L'utilité d'une vérification étendue est manifeste : ou bien le constructeur, se fiant aux lois indiquées par l'École de la compensation, alourdit inutilement les Bouches à feu, pour tenir compte d'une progression exagérée du maximum de pression, ou bien, adoptant les règles de l'École de l'intégration, il expose, par suite de l'insuffisance de longueur du renfort du canon, le personnel appelé à s'en servir aux graves dangers qui en seraient la conséquence.

PHYSIQUE. — *Les invariants newtoniens de la matière et de l'énergie radiante, et l'éther mécanique des ondes variables.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Daniel Berthelot.

Nous avons publié ici même, en 1919 et 1920, une théorie mathématique de la Lumière et du Vent d'Éther qui traverse le globe terrestre en mouvement de translation avec le Soleil et en mouvement orbital annuel autour de cet astre.

I. Cette mécanique nouvelle rapporte tout champ de radiation en translation, tout laboratoire terrestre, au *système de référence* solide invariable S où la source de radiation est immobile. Cette source émet son énergie et les ondulations sinusoïdales qui la forment en se superposant dans S et dans le temps newtonien des horloges matérielles invariables. Ces horloges sont comparées en un même point, et transportées lentement dans S sur les divers rayons rectilignes de longueur R rigidement liés au solide S et à la matière de la source *s*.

II. Dans cet espace invariable S de vitesse de translation permanente, l'observateur étudie la *distribution* permanente de l'énergie radiante de *s* en son flux d'aspect continu, dans le vide, ou dans les milieux optiques, ou dans les franges d'interférence réglées par la méthode de Michelson et Morley dans un appareil flottant tout entier sur un bain de mercure : dans toutes les orientations lentement acquises par ce système optique complet, la distribution du flux d'énergie des franges s'est montrée indépendante de l'orientation, *avec une rigueur encore inconnue à cette époque* (1887).

Nous admettons que la vitesse de translation de S et de tout système optique rigide dans l'une de ses positions définies est sans aucune influence sur l'état permanent de l'*espace optique*.

L'observateur réalise cet espace par une superposition quelconque des ondulations considérées sur leurs tronçons successifs de rayons liés rigidement chacun par son origine à son centre radiant d'abord en un point sur la matière de la source S, puis du *séparateur des faisceaux interférents distincts* effectuant chacun un aller et un retour particuliers superposés ou séparés pour chaque faisceau distinct autour d'une certaine aire dans le vide, ou dans un milieu quelconque. Ces faisceaux sont finalement réunis pour interférer par la superposition de leurs ondulations sinusoïdales élémentaires de même période vibratoire dans S. Ils ont finalement parcouru *deux chemins optiques aussi complexes et différents qu'on voudra* entre un point radiant de la source *s* et un autre point *r* du récepteur de l'énergie totale de superposition ou sur la rétine de l'œil observateur. Nous considérons comme indépendantes de la vitesse de translation de S les différences des retards de phase acquis sur les divers chemins optiques issus de *s* et réunis en *r*.

Cette condition générale règle l'espace optique de constante linéaire λ de chaque radiation entraîné avec S et comparable à une division constante d'une règle solide. La condition géométrique de liaison des longueurs d'ondes variables μ avec la longueur d'onde compensée représente, en géo-

métrie euclidienne, la longueur μ le long d'un trajet optique ∂l de direction quelconque autour de son point d'origine par un rayon vecteur focal d'une quadrique de révolution autour de l'axe de translation. L'excentricité de cette quadrique est laissée indéterminée par cette condition de liaison relative à l'espace S.

III. Laissons les ondes libres de varier dans leur vitesse de propagation V dans S. A un centre radiant s immobile dans S associons un second centre s' animé d'une vitesse radiale dv dans S. Ces deux centres sont deux antennes en oscillation électrique cohérente et donnent dans S, sur chaque trajet direct R, des ondulations superposées de longueur μ et $\mu + d\mu$. Un battement sinusoïdal virtuel en résulte et enferme une quantité déterminée d'énergie radiante entre ses nœuds extrêmes séparés par un nombre indéfini d'ondulations.

La condition de liaison nouvelle dans l'espace S et dans le temps newtonien des horloges aura lieu entre les constantes λ et C, C étant la vitesse constante relative à la source S, et les variables μ et V étant comptées sur un trajet de direction α par rapport à la vitesse u de translation. Cette vitesse u est définie dans le système de référence universel Σ_0 formé par l'ensemble des champs S_0 dont le centre radiant s'entoure d'ondulations isotropes dans leur longueur λ et leur vitesse C unique.

Dans S_u le glissement relatif des deux ondulations μ et $\mu + d\mu$ réalise à la manière d'un *vernier de translation* le transport de la coïncidence des deux divisions d'ondes μ et $\mu + d\mu$, lieu de l'énergie moyenne maximum du battement. La période Θ de reproduction de l'ondulation entre les nœuds du battement est définie par le rapport $\frac{-d\mu}{dV + dv}$. C'est bien la durée du transport, le long de μ, de la coïncidence dans sa nouvelle position. La même avance μ est gagnée dans le même temps par l'excès $(C - V)$ de la vitesse de l'énergie sur la vitesse des ondes. L'égalité de la nouvelle valeur $\frac{\mu}{C - V}$ de Θ à la première valeur représente la *nouvelle loi de liaison*.

Les lois ondulatoires du vent d'éther. — On les calcule sans hypothèse ondulatoire par l'association de l'équation ci-dessus avec celle de la quadrique d'excentricité indéterminée $F\left(\frac{u}{C}\right)$, en les rapportant aux deux variables réduites : $f(u, \alpha)$ qui représente $\frac{\lambda}{\mu}$, et $g(u^2)$ qui représente le rapport $\frac{N(u^2)}{N(0)}$ des fréquences vibratoires dans S_u et S_0. Le calcul déduit aisément : f ou $\frac{\lambda}{\mu}$ se réduit à $1 + \frac{u}{C}\cos\alpha$ ou $1 + \frac{v}{C}$; et g rapport des fréquences

se réduit à $\left(1 - \frac{u^2}{2C^2}\right)$. Ces ondes ellipsoïdales d'excentricité générale $\frac{u}{C}$ forment un réseau de foyer unique à la source s. Le recul ou l'avance des ondes par rapport à l'énergie a une vitesse $v' = C - V$ le long du train d'ondes. Pour un expérimentateur étudiant ce recul avec un *récepteur d'ondes* issues d'une antenne électrique s, cette vitesse v' se réduit, au second ordre près, à la vitesse radiale v de la source s dans Σ_0.

Toutes ces conséquences mécaniques sont effacées par l'hypothèse de la relativité générale qui impose sans raison physique l'impossibilité de toute variation dans la vitesse des ondes. Cette hypothèse supprime l'existence, sur la Terre, du vent d'éther qui, par les zones de silence observées déjà de 1895 à 1902 dans la télégraphie sans fil ([1]), révèle le recul des ondes entraînées avec la vitesse radiale de la Terre elle-même, emportée avec le Soleil dans l'espace universel Σ_0.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *Sur le galvanomètre balistique.* Note de M. H. CHAUMAT, présentée par M. Paul Janet.

Le mouvement d'un galvanomètre balistique obéit à l'équation connue

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + A\frac{d\theta}{dt} + C\theta = 0. \tag{1}$$

Si le galvanomètre est du type à cadre mobile, fonctionnant sur un circuit de résistance totale R et de self-induction négligeable, A peut se mettre sous la forme

$$A = A_1 + \frac{\Phi_0^2}{R},$$

A_1 étant la valeur de A à circuit ouvert et Φ_0 le produit de la surface totale du cadre mobile par la valeur moyenne du champ.

Si l'on suppose le système lancé avec une vitesse angulaire initiale ω_0, en posant

$$m = \frac{A_1}{2\sqrt{KC}} + \frac{\Phi_0^2}{2R\sqrt{KC}}, \tag{2}$$

l'élongation θ sera donnée par les formules suivantes :

$$\theta = \omega_0\sqrt{\frac{K}{C}}\left(m - \sqrt{m^2-1}\right)^{\frac{m}{\sqrt{m^2-1}}} \qquad (\text{pour } m > 1) \tag{3}$$

([1]) G. SAGNAC, *Comptes rendus*, 1919 et 1920.

solution qui correspond au mouvement apériodique, m variant entre ∞ (pour $R = 0$) et l'unité

$$(4) \qquad \theta = \omega_0 \sqrt{\frac{K}{C}}\, e^{-\frac{m}{\sqrt{1-m^2}} \operatorname{arc\,tang} \frac{\sqrt{1-m^2}}{m}} \qquad (\text{pour } m < 1)$$

(e, base des logarithmes népériens),

solution qui correspond au mouvement périodique amorti, m variant entre l'unité et la valeur $\frac{A_1}{2\sqrt{KC}}$ qui correspond au fonctionnement à circuit ouvert ($R = \infty$).

Enfin, ces deux formules tendent l'une et l'autre vers le cas de passage (*apériodicité critique*) pour $m = 1$ et pour lequel on a la formule remarquablement simple :

$$(5) \qquad \theta = \omega_0 \sqrt{\frac{K}{C}}\, \frac{1}{e}.$$

Cette formule (6) correspond, comme nous l'avons dit, à la valeur $m = 1$ et à une valeur de la résistance totale du circuit d'amortissement dite *résistance critique* (R_c) définie par l'équation

$$(6) \qquad R_c = \frac{\Phi_0^2}{2\sqrt{KC} - A_1}.$$

La formule (3) correspond aux cas où R varie entre 0 et R_c, la formule (4) aux cas où R varie entre R_c et ∞.

Ces formules présentent l'intérêt d'être utilisables pour tous les galvanomètres et permettent d'établir des *équations réduites*, car elles font apparaître le rapport, que nous avons appelé m, de la valeur de l'amortissement dans des conditions quelconques de fonctionnement de l'appareil à la valeur de l'amortissement correspondant à la périodicité critique. Elles sont ainsi préférables aux formules classiques.

Il est intéressant de se demander comment varie la fonction θ de R donnant l'élongation en fonction de la résistance du circuit d'amortissement pour la même vitesse initiale ω_0.

Le calcul est assez délicat et se trouve rendu plus commode par les changements de variables suivants :

Posons :

$$m = \alpha + \frac{\beta}{R} \qquad \left(\alpha = \frac{A_1}{2\sqrt{KC}} < 1;\ \beta = \frac{\Phi_0^2}{2\sqrt{KC}}\right);$$

$$y = \frac{\theta}{\omega_0}\sqrt{\frac{C}{K}}; \qquad x = \frac{R}{\beta}; \qquad \text{d'où} \qquad x = \frac{1}{m - \alpha}.$$

Posons enfin :

$$\text{pour } m > 1, \qquad m + \sqrt{m^2 - 1} = e^v;$$

$$\text{pour } m < 1, \qquad \operatorname{arc\,tang} \frac{\sqrt{1 - m^2}}{m} = v.$$

Les formules (3) et (4) sont remplacées par les groupes suivants :

$$(3') \qquad \begin{cases} y = e^{-v \coth v}, \\ x = \dfrac{1}{\cosh v - \alpha} \end{cases}$$

valables pour m variant de $+\infty$ à l'unité en décroissant, c'est-à-dire R variant de o à R_c, et x variant de o à $\frac{1}{1-\alpha}$ en croissant;

$$(4') \qquad \begin{cases} y = e^{-v \cot v}, \\ x = \dfrac{1}{\cos v - \alpha} \end{cases}$$

valables pour $m < 1$ et décroissant de 1 à α, c'est-à-dire R variant de R_c à l'infini et x croissant de $\frac{1}{1-\alpha}$ à $+\infty$.

Il revient, dès lors, au même d'étudier les fonctions

$$y = f(x) \qquad \text{ou} \qquad \theta = \varphi(R),$$

on trouve les résultats suivants :

La courbe qui traduit la fonction $\theta(R)$ passe par l'origine. Les coefficients angulaires intéressants sont :

Pour $R = 0$,

$$(7) \qquad \frac{d\theta}{dR} = \frac{K\omega_0}{\Phi_0^2};$$

Pour $R = R_c$,

$$(8) \qquad \frac{d\theta}{dR} = \frac{1}{3e} \frac{\omega_0}{C\Phi_0^2}(2\sqrt{KC} - A_1)^2.$$

Le coefficient angulaire de la tangente à l'origine est toujours plus grand que le coefficient angulaire de la tangente au point critique et le rapport de ces deux coefficients, pris dans cet ordre, dépend de la valeur de A_1, mais il est toujours supérieur à $\frac{3e}{4}$.

La courbe $\theta(R)$ a pour direction asymptotique l'axe des R.

La fonction $\theta(R)$ est constamment croissante avec R. Elle part de zéro pour atteindre une valeur limite (correspondant à $R = \infty$).

Cette valeur limite est

$$(9) \qquad \theta_{\lim} = \omega_0 \sqrt{\frac{K}{C}}\, e^{-\frac{\alpha}{\sqrt{1-\alpha^2}} \operatorname{arc\,cos} \alpha}.$$

Enfin, la courbe qui traduit la fonction $\theta(R)$ présente sa concavité constamment vers l'axe des R; elle ne comporte pas de points d'inflexion.

Les deux lignes analytiques qui traduisent les groupes d'équations (3') et (4') se raccordent au point $m = 1$, $R = R_c$, pour lequel elles ont même tangente dont le coefficient angulaire est donné par l'équation (8), mais, pas plus en ce point qu'en n'importe quel autre, la courbe $\theta(R)$ ne présente de particularité.

Ces résultats sont en contradiction avec ceux qui ont été annoncés par M. Germani [1].

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *Sur la réception des ondes entretenues par modulation.* Note de M. R. **Jouaust**, présentée par M. Paul Janet.

Les détecteurs utilisés pour la réception en radiotélégraphie ont un rendement très faible. Leur fonctionnement diffère notablement en effet de celui du redresseur théorique qui laisserait passer totalement une des ondes du courant alternatif et arrêterait complètement l'autre : pratiquement l'intensité du courant redressé n'est qu'une faible fraction de l'amplitude du courant alternatif total qui traverse le détecteur.

Le procédé de modulation que nous allons d'écrire et qui permet la réception des ondes entretenues est basé sur un principe différent de celui de la détection.

La modulation à la réception consiste à faire varier périodiquement par un dispositif quelconque l'intensité du courant dans les organes récepteurs.

Soit $I_m \sin\omega t$ l'intensité du courant qui circulerait normalement dans un appareil de réception. Si ce courant est modulé avec une fréquence $\frac{\omega'}{2\pi}$, son intensité est de la forme

$$I_m \sin\omega' t \sin\omega t = \frac{I_m}{2}\cos(\omega - \omega')t + \frac{I_m}{2}\cos(\omega + \omega')t$$

et, si ω' est voisin de ω, le courant de pulsation $\omega - \omega'$ est de fréquence musicale. On obtient donc ainsi un courant audible au téléphone dont l'amplitude dans le cas d'une modulation complète est la moitié de celle du courant qui circule dans les organes récepteurs.

De même qu'il n'existe pas de détecteurs parfaits, de même il n'est pas

(1) *Revue générale de l'électricité*, 26 juillet 1919.

possible de produire une modulation complète, mais avec ce nouveau procédé de réception, on peut se rapprocher bien davantage des conditions théoriques de fonctionnement optimum.

On sait déjà que dans le cas de la modulation à basse fréquence, utilisée à la transmission en radiotéléphonie, le courant de l'antenne est presque complètement modulé à la fréquence de la voix.

La modulation à haute fréquence à la réception se réalise très facilement à l'aide de la lampe à 3 électrodes.

La différence de potentiel aux bornes de l'appareil récepteur (amplifiée ou non) est appliquée entre *le pôle négatif* du filament et la grille. Une différence de potentiel de haute fréquence est appliquée entre le filament et la plaque.

Cette différence de potentiel de haute fréquence s'obtient en réunissant d'une part la plaque, d'autre part le filament aux bornes du condensateur d'une hétérodyne ordinaire. Le téléphone récepteur est intercalé sur l'un des conducteurs assurant cette jonction. Il n'est nullement nécessaire qu'une différence de potentiel continue existe entre la plaque et le filament. Les résultats obtenus avec ce dispositif se sont montrés plus avantageux que ceux fournis par une lampe montée sur détecteur et dans laquelle venaient se superposer les ondes à recevoir et celles provenant d'une hétérodyne locale. C'est ainsi qu'à Paris on pouvait avec une seule lampe recevoir lisiblement dans un cadre de 2^m les transmissions du poste de Lyon, alors qu'elles étaient à peine sensibles avec une lampe identique montée sur détecteur.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Le recuit des verres.* Note (1) de M. **Taffin**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Kundt (1881), au cours d'études sur la biréfringence accidentelle des liquides visqueux, a développé certaines considérations générales établies par Maxwell à propos de la théorie cinétique des gaz. Supposant que la disparition des tensions, dans un liquide visqueux, se produit sans déformation, il établit la relation suivante :

$$\mathrm{Log}\frac{\Delta}{\Delta_0} = \frac{t}{T},$$

(1) Séance du 19 décembre 1921.

Δ et Δ_0 étant les biréfringences du liquide aux instants o et t; T étant ce que Maxwell a appelé « le temps de relaxation », constante spécifique du corps étudié. M. F. Twymann (1) a établi que, dans le cas du verre, T serait une fonction exponentielle de la température.

MM. Adams et Williamson ont montré récemment (2) que la loi de Kundt ne s'applique pas rigoureusement au recuit du verre. Ils ont proposé la loi expérimentale suivante :

$$\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\Delta_0} = Kt;$$

Δ étant compris entre 50 et $5^{\mu\mu}$/cm;

Δ_0 étant la biréfringence à l'instant $t = 0$;

K est une fonction exponentielle de la température θ.

Nous avons repris les expériences de MM. Adams et Williamson, cherchant à généraliser leur loi expérimentale pour des retards compris entre $95^{\mu\mu}$ et $5^{\mu\mu}$. La biréfringence était mesurée par une méthode antérieurement décrite (3). Les prismes du verre soumis à l'expérience mesuraient $1^{cm},8 \times 1^{cm},2 \times 1^{cm},1$. Les ayant trempés de façon uniforme, on les recuisait à température constante et l'on mesurait leur biréfringence à divers moments de leur recuit (2e et 3e colonne du Tableau).

Dans la quatrième colonne on lit les valeurs de t calculées par les formules d'Adams en fonction de Δ et Δ_0. A mesure que Δ_0 devient plus grand, la divergence entre les mesures et le résultat du calcul apparaît plus importante. Ceci nous a conduits à corriger par un terme du deuxième degré la formule précédente. On obtenait la loi parabolique

$$\text{(I)} \qquad \frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\Delta_0} + A\left(\frac{1}{\Delta^2} - \frac{1}{\Delta_0^2}\right) = Bt.$$

A et B étant fonctions de la température θ,

$$\text{(I')} \qquad \begin{cases} \log A = a - b\theta, \\ B = \dfrac{c}{\Theta - \theta}; \end{cases}$$

a, b, c, Θ sont constants pour un verre déterminé. Dans la cinquième colonne on lit les valeurs de t obtenues au moyen de cette formule (I), (I').

---

(1) *J. of Glass tch.*, vol. 1, p. 61.

(2) *Géop. Lab.*, 1920.

(3) *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 1347.

Cherchant une concordance plus parfaite encore, nous nous sommes arrêté à la formule suivante :

$$\text{(II)} \qquad \operatorname{Log} \frac{\frac{1}{\delta} - \frac{1}{\Delta_0}}{\frac{1}{\delta} - \frac{1}{\Delta}} = \frac{t}{T}.$$

Les constantes δ et T s'expriment en fonction de la température par les relations

$$\text{(II')} \qquad \begin{cases} \delta = C_1 e^{C_2(\Theta-\theta)}, \\ T = k(\Theta - \theta), \end{cases}$$

dans lesquelles C_1, C_2, k, Θ sont constants pour un verre donné.

On voit facilement que cette formule contient implicitement, pour des valeurs de Δ_0 et de $(\Delta_0 - \Delta)$ assez petites, la loi d'Adams et la loi parabolique. δ représenterait une biréfringence limite, déterminée pour chaque température, et qu'un recuit, si long soit-il, à cette température, ne fera jamais disparaître.

Si δ est infini, on retrouve la loi de Kundt, T serait alors le temps de relaxation. Pour le verre étudié $\Theta = 590°$; δ est égal à $24^{\mu\mu},55$ à 525° ; il tombe à $2^{\mu\mu},43$ à 590°. Dans la sixième colonne du Tableau on lit les valeurs de t calculées au moyen des formules (II) et (II').

Température θ.	Δ. (μμ/cm).	t observé.	t calculé. Loi Adams.	Éq. (I), (I').	Éq. (II), (II').
525°.......	88,1	0 m	0 m	3 m	0,7 m
».......	76,3	15	19	16	17
».......	70,0	25	31	27	29
».......	54,8	75	75	75	74
».......	48,0	105	103	115	108
».......	43,75	135	125	142	137
».......	37,70	195	165	203	201
».......	34,0	255	196	258	262
535.......	93,7	0	0	3	0
».......	82	5	8,7	9	3
».......	63,95	25	28	25	25
».......	53,05	45	46	42	44
».......	42,5	70	72	70	65
».......	36,5	105	93	99	102
».......	30,4	145	124	138	148
».......	27,4	180	145	171	184

Température θ.	Δ. (μμ/cm).	t observé.	t calculé. Loi Adams.	Éq. (I). (I').	Éq. (II), (II').
°		m	m	m	m
554.......	82,75	0	0	0	0
»	62	5	6	6	5
»	44,5	15	16	16	15
»	35,25	25	26	26	27
»	25,5	45	42	47	45
»	20,6	60	57	67	65
»	17,6	90	70	85	87
»	14,6	120	88	114	122
565.......	47	0	0	0	0
»	37,2	5	4	5	4
»	30,4	10	9	11	9
»	23,1	20	16	20	17
»	16,4	30	30	38	34
»	14,6	40	43	45	42
575.......	26,75	0	0	0	0
»	23,55	3	2	2	2
»	20,65	5	4	4	3
»	15,2	10	11	11	9
»	12,78	15	16	17	14
»	10,35	20	23	24	22
»	8,54	30	32	34	32

Il résulte des Tableaux ci-dessus que, pour les tensions initiales inférieures à $50^{\mu\mu}$, les trois formules représentent également bien les résultats de l'expérience. Pour les tensions comprises entre $50^{\mu\mu}$ et $100^{\mu\mu}$, les deux dernières formules (I) et (II) sont équivalentes, mais la formule d'Adams est insuffisante pour représenter les résultats des mesures.

Pour savoir laquelle des deux formules (I) ou (II) doit définitivement être adoptée, de nouvelles expériences sont nécessaires.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide cyanhydrique par oxydation, en milieu argentico-ammoniacal, d'alcools, de phénols et d'amines.* Note de MM. **R. Fosse** et **A. Hieulle**, présentée par M. A. Haller.

1. L'acide cyanhydrique, précurseur instable de la carbimide et de la carbamide dans l'oxydation permanganique, ammoniacale, des substances

organiques

$$CNH \xrightarrow{+O} CONH \xrightarrow{+NH^3} CO\begin{matrix}\diagup NH^2\\ \diagdown NH^2\end{matrix},$$

peut cependant être isolé et dosé, si l'on provoque l'oxydation en présence de sel d'argent ou de mercure.

L'oxydation en milieu argentico-ammoniacal donne, en effet, ce nitrile dans les proportions : $0^g,8$ à $1^g,7$ pour 100 (glucose, sucre de canne, dextrine, amidon, cellulose); $3^g,6$ pour 100 (glycérine); $8^g,58$ pour 100 (aldéhyde formique).

Puisque l'acide cyanhydrique est un terme intermédiaire, instable, de l'oxydation de l'ammoniaque et des principes naturels précités, peut-être prend-il aussi, transitoirement, naissance dans la respiration de la cellule végétale ou animale, pour disparaître aussitôt en créant de nouveaux principes ou tissus (1).

2. Les hydrates de carbone, la glycérine et l'aldéhyde formique ne sont pas les seuls corps susceptibles de produire l'acide cyanhydrique; la même faculté appartient également à plusieurs représentants des fonctions : *alcool. phénol* et *amine*. Les rendements varient avec la nature des substances, les facteurs de la réaction ainsi que, parfois, sous de très faibles influences.

Alcools. — L'acide cyanhydrique formé par 100^{cm^3} de méthanol atteint $0^g,2$ à $0^g,5$ (MnO^4K), $1^g,3$ à $1^g,5$ [$(MnO^4)^2Ca$], $2^g,4$ ($MnO^4K + NH^4Cl$). Avec l'éthanol, rendement maximum : $0^g,5$ pour 100. L'acétamide, obtenue par oxydation électrolytique de l'éthanol et de l'ammoniaque (2), apparaît aussi dans nos expériences. Le butanol conduit à des rendements nuls ou extrêmement faibles : $0^g,05$ pour 100.

Phénols. — L'oxydation du phénol, des crésols *o* et *p*, de la résorcine, par $MnO^4K + NH^4Cl$ peut donner $4^g,3$ à $5^g,1$ de CNH pour 100; celle des naphtols n'en produit, dans les mêmes circonstances, que $0^g,6$ à $1^g,35$.

Amines. — Tandis que l'acide cyanhydrique est engendré, en quantités notables ou considérables, aux dépens de l'aniline ($9^g,1$ pour 100), de la méthylamine ($28^g,5$ pour 100) (3) et de la diméthylamine ($25^g,9$ pour 100), ce corps n'apparaît, au contraire, qu'en très minime proportion ($0^g,2$ pour 100), lorsqu'on oxyde l'éthylamine dans les mêmes conditions.

---

(1) R. Fosse, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 1370.

(2) Fichter, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. 18, 1912, p. 652.

(3) L'action de l'acide monopersulfurique sur la méthylamine provoque la formation d'acide cyanhydrique (Bamberger et Seligman, *Berichte*, t. 35, 1902, p. 4300).

Substances.	Poids en grammes ou vol. en cm³.	H^2O.	NH^3 conc.	NH^4Cl.	MnO^4K.	$(MnO^4)^2Ca$.	NO^3Ag.	Temp. maxim. de l'oxydat.		
Alcools.										
	cm³		cm³	g	g		g	°	g	
1. Méthanol	1	»	20	»	10	»	0,5	50	0,[illegible]	
2. »	0,5	»	50	10	20	»	1	27	0,[illegible]	
3. Méthanol et CO^3Cu.	1	»	50	»	10	»	1	27	1,[illegible]	
4. Méthanol	1	»	20	»	»	10	0,5	80	2,1	
5. »	1	»	20	»	»	10	0,5	56	2,5	
6. »	1	»	25	»	»	10	0,5	36	3	
7. »	0,1	»	15	2	6	»	0,6	58	0,45	
8. »	0,1	»	15	3	9	»	0,6	59	0,45	
9. »	0,1	»	15	2	6	»	0,6	21	0,45	
10. Ethanol et CO^3Cu..	0,1	10	15	2	6	»	0,3	72	0	
11. » ..	0,1	5	20	4	9	»	0,5	50	0,6	
12. Éthanol...........	0,1	»	15	2	6	»	0,3	62	0,1	
13. Butanol	0,1	»	15	2	6	»	0,3	»	0	
14. »	1	»	15	3	9	»	0,5	25	0,1	
Phénols.										
	g									
15. Phénol...........	0,5	40	15	»	»	10	1	46	0,6	0
16. »	0,5	20	10	»	»	10	1	43	0,5	0
17. Pyrocatéchine.....	1	20	5	»	»	10	1	45	2,2	1,[illegible]
18. »	1	10	10	»	»	10	1	55	2,1	1,[illegible]
19. Résorcine.........	1	10	10	»	»	10	1	50	2,2	1,1
20. »	0,5	10	10	»	»	10	1	»	1,6	1,7[illegible]
21. Hydroquinone.....	1	10	10	»	»	10	1	»	0,9	0,48
22. Phénol...........	0,1	»	15	3	9	»	0,5	»	0,95	5,13
23. »	0,1	»	15	2	6	»	0,3	81	0,85	4,59
24. O.-crésol.........	0,1	»	15	3	9	»	0,5	71	0,9	4,86
25. P.-crésol	0,1	»	15	3	9	»	0,5	81	0,8	4,32
26. Résorcine.........	0,1	»	15	3	9	»	0,6	87	0,85	4,67
27. »	0,1	»	15	2	6	»	0,6	81	0,9	4,86
28. Naphtol A........	1	»	30	3	9	»	0,5	73	1,15	0,61
29. »	0,1	»	15	2	6	»	0,5	»	0,2	1,08
30. Naphtol B........	1	»	15	3	9	»	0,5	»	1,3	0,7
31. »	0,1	»	15	2	6	»	0,5	»	0,2	1,08
32. »	0,1	»	15	3	9	»	0,5	93	0,25	1,35
Amines.										
33. Méthylamine......	0,052	»	15	3	9	»	0,5	77	2,75	28,5
34. »	0,052	»	15	2	6	»	0,5	75	2,5	25,9
35. Diméthylamine....	0,0928	»	15	3	9	»	0,5	91	3,1	18
36. »	0,0928	»	15	3	9	»	0,5	75	3,95	22,9
37. Éthylamine	0,1	»	15	3	9	»	0,5	83	0,05	0,27
38. Aniline...........	0,5	»	15	3	9	»	0,5	95	2,9	3,13
39. »	0,1	5	15	3	9	»	0,5	»	1,25	6,65
40. »	0,1	5	15	3	9	»	0,5	83	1,7	9,18

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des phosphates marocains*. Note de M. **Louis Gentil.**

Les gisements de phosphate tricalcique du Maroc sont répartis sur de vastes étendues. C'est à M. Combelas que l'on doit la première découverte de ces dépôts sédimentaires dont la richesse est maintenant reconnue en plusieurs points, notamment dans la région de l'Oued Zem.

En juin 1913, j'ai constaté que les couches phosphatées se trouvaient sur la série crétacée du plateau de Settat que j'avais antérieurement décrite.

Depuis cette époque, sous l'impulsion de M. l'ingénieur Daum, le Service des Mines du Protectorat a entrepris une reconnaissance détaillée de ces gisements qui s'étendent sous la Gaada, entre El Borouj et Oued Zem, sur un quadrilatère de quelque 60^{km} de côtés. Et j'ai eu l'occasion de parcourir à nouveau la région des Beni Meskine en 1917.

Plus récemment, des gisements phosphatés ont été reconnus (1), d'une part au sud du plateau des Rehamna, d'autre part dans la région d'Imi n Tanout, au pied de l'Atlas, ainsi que chez les Meskala. Tous ces dépôts sont considérés comme tertiaires, d'âge suessonien (2).

Depuis longtemps, cependant, me basant sur quelques documents paléontologiques recueillis dans la Gaada, je pense que les phosphates marocains sont plutôt crétacés.

Une Mission effectuée à un autre point de vue, en avril 1921, m'a offert l'occasion de parcourir le Sud-marocain et a fortifié ma conviction qu'il s'agit de dépôts du Crétacé supérieur et du Montien.

Entre le petit plateau de Zned et le Souq el Khemis des Meskala, au nord de Dar Kaïd Khoubbane, j'ai observé un banc de calcaire marneux enserré dans les couche de phosphate.

Le banc renferme *Baculites anceps* Lam., *Baculites* sp. de grande taille, *Fusus numidicus* Coq., *Turritella Forgemoli* Coq., *Cardita* (*Venericardia*) *Beaumonti* d'Arch., *Ostrea* (*Exogyra*) *Overwegi* Buch. Cette petite faune caractérise le niveau à beaux fossiles siliceux que j'ai signalé à quelques kilomètres au sud, dans la vallée de l'Oued Igrounzar (3).

Il s'agit ici, de couches crétacées tabulaires, en continuité directe avec celles que je viens de décrire plus au nord et j'ai cité, en outre, de cet horizon : *Plicatula instabilis* Stol., *Cardita libyca* Zitt., *Crassatella Zitteli* Wann., *Cr. numidica* Mun.-Chalm., *Astarte similis* Munst., *Roudeireia Drui* Mun.-Chalm., *Corbis Wanneri* Krumb.,

---

(1) J. Savornin *Comptes Rendus*, t. 172, 1921, p. 229.

(2) J. Savornin, *loc. cit.*, et *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 807,

(3) Louis Gentil, *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 771.

Lucina Calmoni Perv., *Cytherea Rohlfsi* Quass. Cette faune est indiscutablement maëstrichtienne, rappelant celles décrites à ce niveau en Tunisie méridionale, en Tripolitaine, en Égypte et dans l'Inde.

Le niveau à Baculites des Meskala est recouvert, en concordance, par des couches phosphatées qui se poursuivent, à l'Est, jusqu'aux gour des Raïa et du Dj. Tilda où elles sont couronnées par un entablement de calcaire-lumachelles à Thersitées.

Au-dessus, j'ai constaté la présence d'autres couches phosphatées toujours concordantes, à teneurs variables, sur une extension verticale d'au moins 30^{m} et dans lesquelles se trouvent fréquemment, avec d'autres fossiles maëstrichtiens, des dents de *Corax pristodontus* L. Agas., de la craie phosphatée de l'Aisne et de la Somme, et des dents de Crocodiliens (¹).

Ainsi, dans le Sud-marocain, les phosphates sont en partie d'âge maëstrichtien et, comme ils se poursuivent sur une grande hauteur verticale au-dessus du calcaire à Baculites, je pense qu'il en existe d'âges danien et montien. Il y a, en effet, continuité de sédimentation jusqu'au Suessonien, ainsi que je l'ai toujours soutenu et ce que je maintiens malgré des affirmations contraires récentes (²).

Je ne doute pas qu'il en soit ainsi dans la région septentrionale d'El Borouj-Oued Zem, d'après mes documents paléontologiques.

Le *Corax pristodontus* se trouve dans la partie la plus élevée des couches phosphatées de cette région; or, ce squalidé ne monte pas au-dessus du Montien. On trouve, en outre, *Lamna apendiculata* L. Agas., dont l'extension verticale est comprise entre l'Albien et le Montien, et *Scapanorhynchus* (*Odontaspis*) *raphiodon* L. Agas., espèce du Crétacé se promenant de l'Albien au Sénonien.

Ces formes suffisent à démontrer l'âge, surtout crétacé, des phosphates d'El Borouj-Oued Zem.

Je dois ajouter que j'ai recueilli en outre : *Odontaspis elegans* L. Agas., espèce

---

(¹) J'ignore la valeur industrielle de ces gisements, qui ne sera connue qu'après d'importants et minutieux travaux de recherches. Aussi me paraît-il prématuré de dire qu'il n'y a de ce côté que des « résidus d'un intérêt théorique » (Savornin, *loc. cit.*, p. 231). On doit se trouver au Dj. Tilda, au sommet des couches phosphatées; mais chez les Meskala, le niveau à Baculites que M. Savornin a pris pour un seuil crétacé (*loc. cit.*, p. 250) séparant deux gisements phosphatés tertiaires, se trouve, en réalité, au cœur de la masse des couches de phosphate.

(²) J. Savornin, *loc. cit.*, p. 231.

M. J. Savornin m'attribue par erreur les tracés de l'Éocène inférieur à l'ouest du lac Zima (*loc. cit.*, p. 230). C'est à M. Brives seul qu'en revient le mérite, car je n'ai fait que reproduire ses contours dans cette région sur ma petite carte géologique générale de 1912 (*Ann. Géogr.*, Paris, mars 1912).

montienne et suessonienne, *O. cuspidata* L. Agas., et *Physodon secundus* Winkler, connues dans le Landénien de la Belgique; enfin *Otodus obliquus* L. Agas., et *Dyrosaurus phosphaticus* Ph. Thomas, qui sont communs dans les phosphates algéro-marocains, considérés comme suessoniens.

L'association des formes crétacées et éocènes indique que les niveaux phosphatés marocains doivent encore comprendre le Montien.

Ici, comme dans le Sud, le toit des phosphates est toujours représenté par un banc plus ou moins épais de calcaires à Thersitées, avec fossiles silicifiés où abonde *Thersitea* (*Hermithersitea*) *maroccana* Savornin, accompagnée de *Th. ventricosa* du même auteur qui place ce niveau dans le Lutétien inférieur à cause de l'association de *Nummulites irregularis* (¹). Mais l'on sait maintenant que ce Foraminifère apparaît dans le Londinien (²) et que les Thersitées ont été signalées par Dollo dans le Montien du Bas-Congo (³).

Quant aux calcaires à silex auxquels on attribue un âge suessonien, nous avons vu qu'une facies identique se rencontre dans le Crétacé supérieur bien caractérisé par une faune à Baculites.

Conclusion. — Les phosphates marocains sont, au moins en grande partie, crétacés, d'âge maëstrichtien et danien. Ils atteignent, en hauteur, le Montien, à l'extrême base du Tertiaire. le *Corax pristodontus* qui persiste dans le Montien, se trouvant dans les parties les plus élevées des couches phosphatées.

Ces gîtes minéraux se trouvent donc aux mêmes niveaux que les phosphates de la Palestine signalés par M. Blanckenhorn (⁴) et de l'Égypte (⁵), et il est frappant que les riches teneurs des phosphates marocains, en les rapprochant des phosphates égyptiens et asiatiques, s'accordent avec cette similitude chronologique.

Ce sont ces considérations d'âge qui m'ont conduit à figurer, sur ma nouvelle Carte géologique générale du Maroc qui vient de sortir des presses, les zones phosphatées du Protectorat par des bandes jaunes du Paléogène, sur un fond vert du Crétacé supérieur.

(¹) J. Savornin, *S. H. N. Afr. N.*, t. 6, 1914, p. 78-79.

(²) Henri Douvillé, *Mém. Carte Géolog. Fr.* Paris, Impr. nat., 1919.

(³) *Bull. Ac. R. Belgique* (Section des Sciences), nº 7, juillet 1914, p. 291.

(⁴) *Ueber das Vorkommen von Phosphaten Asfhaltkalk und Petroleum in Palästina und Ägypten* (*Zeitschr. f. praktisch. Geol.*, XI, Heft 7-9, p. 294-298.

(⁵) *Phosphate Deposits of Egypte* (*Surv. Departm. Egypt. Cairo Nat. Print. Departm.* 1905).

GÉOLOGIE. — *Le contact anormal du Flysch nord-pyrénéen au nord de Saint-Jean-Pied-de-Port.* Note de M. **Pierre Viennot**, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai exposé précédemment [1] les faits nouveaux que fait ressortir une étude détaillée du bord méridional du Flysch nord-pyrénéen entre la vallée d'Aspe et celle du Saison. Les particularités signalées mettent en évidence la nature tectonique du contact : celui-ci présente, plus à l'Ouest, entre Jaxu et Hélette, le même caractère anormal que prouvent l'*allure des contours* et l'*existence de nombreuses lames* pincées entre le Flysch et les terrains voisins, ici d'âge très varié. Mais la particularité la plus marquante dans cette région du pays basque qui s'étend au nord de Saint-Jean-Pied-de-Port, c'est l'*extraordinaire développement des formations mylonitiques*, qui se montrent aussi bien dans le Flysch que dans les lames du contact et dans les terrains paléozoïques et triasiques du voisinage. Le contraste est même frappant entre l'abondance des brèches tectoniques de la région Jaxu-Hélette et leur pénurie dans le secteur vallée d'Aspe-vallée du Saison. Cela s'explique facilement, à mon avis, par la différence de nature des roches sur lesquelles a glissé le Flysch : entre la vallée d'Aspe et celle du Saison, ce sont presque uniquement des schistes albiens, de consistance à peu près identique à celle du Flysch, très déformables, tandis qu'entre Jaxu et Hélette dominent des roches beaucoup plus dures, gneiss, schistes, calcaires et grès paléozoïques plus ou moins métamorphiques, grès triasiques.

La structure des collines cotées 383 et 368 (SW de Jaxu) a donné lieu à de nombreuses controverses. Le problème s'éclaire d'un jour nouveau lorsqu'on l'aborde après avoir étudié dans le détail la structure du Flysch dans les environs. La traversée en ligne droite du Flysch entre Jaxu et Armendarits, par Iholdy, est très démonstrative à ce sujet. Sur un itinéraire de plus de 25^{km}, le Flysch affleure déformé, broyé, mylonitisé, accompagné de lames exotiques, elles-mêmes très bréchoïdes, de calcaires crétacés et jurassiques, d'argiles triasiques, d'ophites, de quartzites et de schistes paléozoïques (ceux-ci fossilifères à 1^{km} à l'ouest de Jaxu, où j'ai trouvé plusieurs *Streptorhynchus crenistria* Philipps). Il est pratiquement impossible de tracer des contours dans un tel complexe bréchoïde, dont l'épais-

(1) *Comptes rendus*, t. **173**, 1921, p. 1374.

seur atteint plusieurs centaines de mètres entre Suhescun et Iholdy, et dont l'étude détaillée demandera de plus amples développements. Les brèches tectoniques sont très nettes autour de Jaxu; cette considération, jointe à l'argument de la forme des contours, permet de conclure que *les collines* 383ᵐ *et* 368ᵐ *sont constituées par des écailles superposées*, où l'on observe, sur un substratum triasique d'ophite, des lambeaux de calcaire crétacé à Orbitolines (marqué en Lias sur la feuille de Mauléon) et de Flysch, supportant un complexe de couches jurassiques fossilifères et d'ophite qui couronne le sommet 383.

La zone mylonitique du contact du Flysch se poursuit ensuite sans discontinuité jusque vers Hélette, avec des caractères variables suivant la nature des roches intéressées par le frottement. Sur tout le parcours, les blocs de Flysch abondent, accompagnés d'un chaos de morceaux de toute taille empruntés aux terrains qui affleurent largement dans le voisinage : ce sont surtout des blocs de grès paléozoïques et triasiques enrobés dans des schistes carbonifères, au nord du Pic d'Arradoy; des blocs de cargneule triasique arrivant au contact du Dévonien et du Silurien, au S-SE d'Ossès. La mylonite se compose exclusivement d'esquilles de schistes siluriens vers Béclandéguia (NW d'Irissarry) et de morceaux de gneiss sur la route d'Irissarry à Hélette. Parfois, la roche complexe que constitue la mylonite est sans aucune consistance; c'est ainsi que dans le petit ravin au nord de Chola (à 4ᵏᵐ au nord d'Uhart-Cize) on n'observe qu'un chaos de blocs de grès dans une terre schisteuse carbonifère; on prendrait aisément ce chaos pour de l'éboulis si l'on ne remarquait que les pentes dominantes sont uniquement couvertes de Flysch; la mise en relief des blocs de grès provient de l'érosion particulièrement intense des schistes carbonifères de la mylonite.

Quant aux lames pincées dans le contact, elles sont nombreuses. Le petit affleurement de calcaires marneux jurassiques posé sur les grès du Trias inférieur à l'est du Pic d'Arradoy (feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port) en est une; il existe d'ailleurs d'autres petites lames de Jurassique fossilifère un peu plus à l'Est, vers le bord de la feuille. Deux copeaux de schistes siluriens, d'une dizaine de mètres de long, se montrent entre le Dévonien et le Flysch au sud de la cote 394; à l'ouest de cette cote, plus près d'Ossès, une bande de cargneule triasique se suit sur 500ᵐ de long entre Silurien et Flysch. A l'est d'Ossès, on observe un mince copeau de Flysch dans les argiles du Trias. A l'ouest et au nord-ouest d'Irissarry, une bande d'ophite, dont l'épaisseur très variable peut atteindre par endroit 200ᵐ, se

suit sur plus de 2^{km} entre Silurien et Flysch. Enfin, l'ophite arrive encore au contact du Flysch un peu plus au Nord, vers Lucaindéguia, mais elle y affleure dans une *importante fenêtre triasique s'ouvrant dans les schistes siluriens*, et sur laquelle j'aurai l'occasion de revenir.

Ainsi, de nombreuses lames étirées de terrains secondaires et primaires jalonnent le contact du Flysch nord-pyrénéen dans la région qui s'étend au nord de Saint-Jean-Pied-de-Port, et elles sont accompagnées de puissantes formations mylonitiques, qui avaient été attribuées auparavant à des conglomérats côtiers du Cénomanien ou à des brèches éruptives en connexion avec les ophites. Mais l'ampleur de ces formations et leurs relations structurales très nettes avec les lames de terrains variés qu'elles enrobent ne laissent aucun doute sur leur nature : *ce sont des brèches tectoniques.*

Le caractère anormal du contact du Flysch nord-pyrénéen est donc aussi apparent sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port que sur celle de Mauléon. La grande variation du pendage de la surface du contact le long de sa ligne d'affleurement montre que cette surface est elle-même plissée. Quant à la situation tectonique du Flysch par rapport aux autres unités structurales des Pyrénées occidentales, elle ne pourra être précisée qu'après une analyse détaillée de ces unités, que je me propose de faire.

GÉOLOGIE. — *L'Atlantis et la Régression quaternaire.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. Pierre Termier.

Grâce au précieux Ouvrage de M. E.-A. Martel (1), j'ai pris connaissance de la forme du lit sous-marin de l'Hudson River. Il se présente à la profondeur de 2000^m avec un cañon dont les murs encaissants ont plus de 1100^m de hauteur : au delà il reçoit des affluents et est encore reconnaissable à 2700^m environ. Ces détails semblent incompatibles avec l'hypothèse de Suess d'un sillon formé des déjections du fleuve, et l'idée d'un affaissement s'impose. Si l'on rapproche cette submersion de celle aussi importante des vallées qui font face à l'Hudson River en Europe, il est difficile d'échapper à la conclusion que l'on se trouve en présence du phénomène grandiose de la submersion de l'Atlantis, si éloquemment représentée par M. Pierre Termier et telle que je l'ai exposée moi-même ailleurs (2).

Cette confirmation de la submersion de l'Atlantis conduit à la confirma-

(1) *Nouveau Traité des Eaux souterraines*, p. 595.

(2) *La Régression quaternaire*, Chap. XI.

tion aussi de la *Régression quaternaire*, qui forme le sujet du travail précité. En effet l'amplitude de l'affaissement, ayant été de plusieurs milliers de mètres, sous la mer, sur une vaste étendue de l'Océan Atlantique, n'a pu que produire un abaissement considérable du niveau marin, abaissement dont nous donne une idée l'île de Siphnos, en Grèce. Les cavités de lithophages, dans cette île, peuvent être suivies sur 700^{m} de hauteur, depuis le sommet de l'île jusqu'au niveau actuel de la mer, ce qui nous donne, comme minimum d'amplitude de la Régression, 700^{m}, sans compter la quantité dont elle a dépassé le niveau de la mer. Les niveaux élevés de la mer, à l'origine de la Régression quaternaire, sont, d'autre part, une preuve de la surrection de l'écorce à cette époque, comme nous l'avons exposé ailleurs ([1]).

Comme point de repère de l'origine de la Régression, nous devons considérer l'invasion des immigrés du Nord dans la Méditerranée, à la suite des dislocations de l'Atlantis. Un autre point de repère de ces phénomènes nous est donné par la formation du Gulf-Stream, qui, d'autre part, coïnciderait avec le recul définitif des glaces : on ne saurait rejeter l'époque de ce recul au delà de 10000 ans ([2]). La mer se trouvait encore à ce moment à un niveau supérieur à 195^{m}, comme le prouvent les débris de bois accumulés en Islande, sous le nom de *Surturbrand*, débris qui proviendraient du golfe du Mexique. Les affaissements se sont donc continués encore depuis cette époque, aussi bien dans l'Océan Atlantique que dans la Méditerranée, particulièrement autour de la Grèce, où le grand effondrement des côtes ouest du Péloponèse ne paraît pas encore terminé, comme le prouvent les tremblements de terre désastreux auxquels ces côtes sont soumises.

Cela explique que les prêtres de Saïs, qui avaient conservé dans leurs temples les annales de 8000 années, à l'époque de la visite de Solon, aient enregistré les catastrophes terribles de ces temps peu lointains.

D'autre part, l'imagination ardente des Grecs aurait conservé le souvenir de ces convulsions de la terre sous la forme du mythe de la Titanomachie d'Hésiode, dans laquelle les rochers s'écroulent dans la lutte avec les dieux de l'Olympe, les flots de la mer sont déchaînés, des vapeurs brûlantes s'élèvent jusqu'aux cieux, la terre entre en fusion. Citons encore, comme se rapportant aux mêmes phénomènes, la fable d'Egine, fille du fleuve Asopus, enlevée à son père par Jupiter, et celle de Sisyphe, condamné par Jupiter à porter un bloc de rocher au haut d'une colline, sans pouvoir l'y établir, parce qu'il croulait à peine arrivé au sommet.

([1]) *Loc. cit.*, p. 66.

([2]) *Loc. cit.*, Chap. XI.

GÉOLOGIE. — *Les lignites du Cap-Bon (Tunisie).* Note (1) de M. A. **Allemand-Martin**, transmise par M. Charles Depéret.

La présence de lignites a été signalée en Tunisie pour la première fois par Aubert, dans son *Explication de la carte géologique provisoire de la Tunisie* (1892); toutefois cet auteur, tout en leur assignant un âge Miocène, n'a pas déterminé l'étage auquel ils appartiennent.

M. Berton a étudié, au point de vue technique, les différents gisements signalés par Aubert, en vue de leur utilisation pendant la guerre; seuls, ceux du Cap-Bon, ont pu être exploités, et l'on sait les services éminents qu'ils ont rendus, jusqu'ici, aux industries locales. M. Berton les classe également dans le Miocène, mais ne se prononce pas sur l'étage où ils se trouvent localisés.

D'autre part M. Joleaud (*Bull. Soc. géol.*, 4e série, t. 18) suggère que les lignites de Monastir, comme ceux du Cap Bon, pourraient être *tortoniens*, mais n'en donne pas de preuve paléontologique précise.

Les recherches que j'ai effectuées, au cours d'un récent voyage dans la péninsule du Cap-Bon, me permettent, à la suite de la découverte de fossiles, de préciser ce point intéressant.

J'ai relevé plusieurs coupes (notamment de Zaouiet-Djbali à Menzel Heurr, passant par l'exploitation des lignites de la Compagnie des Tramways de Tunis), qui m'ont amené à établir la succession des divers niveaux.

A partir du massif de l'Abd er Rahmane, constitué par les grès numidiens rouges, on observe, en discordance, inclinés à environ 35° NO-SE, la série suivante :

1° Calcaires blancs ou légèrement rosés, très compacts, et grès rosés peu épais, renfermant une faune abondante de Pectinidés, parmi lesquels : *Chlamys præscabriusculus* Font. var. *catalaunica; Flabellipecten* groupe *flabelliformis* Broc.; *Pecten convexior* Alm. et Bof.; *Pecten sub-Holgeri* Font.; *Echinolampas pyguroïdes* Pom. C'est une faune nettement *Burdigalienne* (*Cartennienne*).

2° Grès rosés : environ 2m d'épaisseur pétris d'*Anomia* sp.

3° Alternance de marnes verdâtres sans fossiles, d'épaisseur considérable (et de grès blancs jaunâtres peu épais) que l'on traverse sur une longueur de près de 4km. Cette série marneuse représente vraisemblablement les marnes cartenniennes d'Algérie.

4° Couche marneuse, verdâtre, renfermant quelques exemplaires d'*Ostrea crassis-*

(1) Séance du 27 décembre 1921.

sima Lmk. de taille moyenne, et d'*O. gingensis*, montrant que nous pénétrons dans le Vindobonien.

5° Grès blancs à grains fins, sans fossiles, environ 4^m ou 5^m d'épaisseur.

6° Argiles marneuses, jaunâtres, renfermant un banc très compact d'*O. crassissima* de grande taille, correspondant à l'Helvétien.

7° Banc de grès, jaune clair, sans fossiles, à grains fins, formant le substratum de la formation ligniteuse et inclinés à 28° NO-SE.

8° Formation ligniteuse, débutant, au contact, par un mince lit de marnes gypsifères, sur laquelle repose la couche de lignites dont l'épaisseur, mince à l'affleurement, atteint en profondeur près de $0^m,80$ au maximum, recouverte par un nouveau lit très mince de marnes contenant des cristaux de gypse; cette formation ligniteuse peut être suivie sous ces mêmes grès, sur une longueur de plus de 20^{km} en direction.

9° Grès blancs-jaunâtres, à grains fins, sans fossiles, de 3^m à 4^m d'épaisseur.

10° Argile jaune clair, à petits nodules ferrugineux (1^m à $1^m,50$).

11° Marnes verdâtres où l'on rencontre en abondance *Turritella fimbriata* Michelotti, mêlée à *Cerithium lignitarum* Eichwald, cependant plus rare. Ces deux espèces caractéristiques sont toujours accompagnées de nombreux *Cardium edule* de petite taille, d'*Arca* et autres fossiles très mal conservés. D'une façon sporadique, on y trouve également *Ostrea fimbriata*.

12° Nouvelle alternance de marnes verdâtres très épaisses, analogues aux précédentes (puissance, une soixantaine de mètres), et de grès à grains fins (épaisseur 2^m environ), le tout sans fossiles.

13° Ces couches sont finalement recouvertes en discordance par le Pliocène marin, formé, ici, de marnes épaisses à *O. Virleti* Desh. et *O. digitalina* Dub., assez rares d'ailleurs, surmontées elles-mêmes par les dépôts des plages quaternaires à Strombes.

En résumé, il résulte des observations précédentes que les lignites du Cap Bon sont compris entre le niveau à *T. fimbriata*, *C. lignitarum* et celui à *O. crassissima*; comme ils sont plus rapprochés de l'étage tortonien que de l'étage helvétien, ils peuvent être considérés comme appartenant à l'âge tortonien.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de calcaires à Alvéolines d'âge probablement auversien à la base du Nummulitique du plateau d'Arâche (Massif de Plati, Haute-Savoie).* Note (1) de M. **Léon Moret**, transmise par M. Kilian.

La haute plaine rocheuse qui forme la rive droite de l'Arve au niveau de Magland, montre une série de barres régulièrement étagées. L'étude de la tectonique de cette difficile région a montré à M. Ritter qu'il s'agissait en ce point de la couverture crétacée et tertiaire des deux plis couchés supé-

(1) Séance du 27 décembre 1921.

rieurs du Mont Joly qui forment le socle de Platé et dont les noyaux se montrent très nettement dans le Malm contourné de la cascade d'Arpenaz. Cette couverture épouse à distance les deux anticlinaux d'Arpenaz en se couchant vers le Nord, elle donne alors successivement le pli-faille de la Colonnaz (anticlinal sup^r) et le pli-faille de Maglaud (anticlinal inf^r), lequel offre des complications tectoniques singulières et un grand intérêt stratigraphique. Le Crétacé et le Tertiaire s'y reploient en boucles synclinales allongées, à concavité tournée vers le Nord et, la plupart du temps, ce dernier terrain n'y est représenté que par des lames ou « coins » inclus dans le centre des synclinaux. Si, partant du bas de la vallée, on gravit la falaise, on note de bas en haut :

1° Sénonien très épais (flanc sud renversé du synclinal de Balancy) en talus;

2° Barre urgonienne des grottes de Balme (noyau anticlinal);

3° Calcaires et calcschiste du Sénonien en talus; grande épaisseur due à des reploiements;

4° Petit banc de calcaire gréseux noir, glauconieux; quelques centimètres;

5° Conglomérat très broyé, quelques centimètres;

6° Barre de calcaire brun, compact, spathique, dans laquelle j'ai trouvé une faune de Nummulites de taille moyenne associées à de nombreuses *Alvéolines* très bien conservées, 15^m à 20^m;

7° Schistes à patine soufre et à cassure sublithographique (Sénonien);

8° Couches conglomératiques liées par un ciment analogue au n° 7. Cailloux divers;

9° Couches siliceuses, dures, à traînées de silex en relief, intercalations de schistes à patine soufre, azoïques. Dans les bancs durs : *Bithynia*, *Hydrobia*, *Cypris*, dans les traînées siliceuses, sections de tiges de *Chara*;

10° Couches schisteuses (Priabonien, Flysch);

11° Grès de Taveyannaz moucheté en se dirigeant vers l'Est.

Toutes ces couches sont inclinées de 25° N.-E. approximativement. Au Sud [1], le pli-faille de Magland sépare cette série d'une autre supérieure où l'on trouve : Gault, Sénonien, conglomérat nummulitique épais, lumachelle à débris d'Inocerames avec intercalations de petits lits de poudingue, calcaires à Nummulites et Orthophragmines de Serveray, Flysch.

Le fait important, nouveau et à retenir de ce qui précède, *c'est l'existence de calcaires à Alvéolines superposés au Sénonien*. Ce banc, marqué sur la carte géologique au $\frac{80}{1000}$ en Urgonien, occupe le centre synclinal sénonien à concavité septentrionale, qui correspond à la boucle inférieure du pli-faille de Magland.

(1) V.-L. Moret, *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 1216.

La présence d'une faune de Nummulites à piliers, de taille assez grande (*N. perforatus*, *N. Brongniarti*?) associées à de grandes Alvéolines (*A. elongata* d'Orb.) caractéristique de l'Eocène moyen, la position stratigraphique de ce calcaire à la base du Nummulitique, dont je me propose de rechercher l'extension dans tout le massif, *militent en faveur de son attribution à l'Auversien* ([1]); Douxami avait d'ailleurs compris dans cet étage les poudingues de base particulièrement épais dans la région méridionale de Platé en remarquant leur ressemblance avec les conglomérats et calcaires à *N. perforatus* auversiens des Bauges. Boussac par la suite (*Stratigraphie du Nummulitique Alpin* 1912) fit de tout ce Nummulitique (à part le Flysch, bien entendu) du Priabonien dont les faunes caractéristiques se trouvent cependant bien au-dessus des poudingues et dans les calcaires schisteux noirâtres. Cette opinion est généralement admise par les géologues alpins. Remarquons *que le seul gisement à Alvéolines* (*A. elongata*) connu jusqu'à présent dans le Nummulitique alpin, se rencontre non loin de là, dans le synclinal Chatelard-Entrevernes (Bauges); les Alvéolines y sont associées à *N. perforatus*, *Orthophragmina discus* dans des couches d'âge Auversien (Boussac, *loc. cit.*, p. 277 ([2]).

Cependant Boussac lui-même signale dans les *conglomérats nummulitiques d'Altdorf* en Suisse, près du lac des Quatre Cantons, un *galet de calcaire à grandes Nummulites et Alvéolines* qu'il a figuré et dont le faciès est tout à fait identique à celui de nos couches de Balme-Arâche (*loc. cit.*, p. 372 et planche). De la présence, dans ce conglomérat, *d'une roche complètement étrangère à l'Helvétique et ne pouvant, pour lui, venir que du Sud, des zones méridionales alpines* (Dinariques), Boussac tire de grandes conséquences sur lesquelles je n'insisterai pas. Notons seulement que le faciès des couches de Balme-Arâche qui est absolument le même que celui du galet d'Altdorf, *n'a rien de Dinarique* et la mer qui a déposé ces conglomérats n'a pu le chercher très loin; il est en effet infiniment probable que les calcaires à

([1]) Faune complètement différente de celles des petites Nummulites du Priabonien de la région, elles sont malheureusement très empâtées dans la roche.

([2]) A part cette localité des Bauges, les affleurements de calcaires à Alvéolines les plus septentrionaux sont, d'après Boussac, ceux de Guttaring dans la nappe de Bavière. Gümbel a indiqué *Alveolina oblonga* dans le Lutétien ferrugineux du Kressenberg et du Traunthal en Bavière, mais le lieu d'origine de ces sédiments, peut-être préalpins, est à rechercher plus au Sud. En dehors du domaine de la Mésogée nummulitique, *Alveolina elongata* se retrouve dans l'Auversien du bois Gouet et jusque dans le Hampshire; nulle part elle atteint le Bartonien.

Alvéolines de Balme se retrouveront un jour en place dans cette zone de l'autochtone suisse qui est la prolongation directe de celle de Platé.

La découverte de couches à Alvéolines à Platé *modifie donc notablement* ce que nous savions depuis les beaux travaux de Boussac sur les *contours de la mer Auversienne* qui devait par conséquent faire une large avancée dans ces régions entre Pelvoux et Mont Blanc.

Enfin, la présence d'Alvéolines au voisinage de couches saumâtres à *Hydrobia*, *Bithynia*, *Cypris*, est bien en accord avec ce que nous avons appris sur le mode de vie de l'unique espèce actuelle (*A. Melo* d'Orb.) qui se rencontre dans les zones littorales des mers chaudes, peu profondes (50^m) et sur des fonds coralligènes et agités. Ces grands Foraminifères, certainement les plus littoraux de tous ceux utilisés en stratigraphie, nous enseignent donc que nous sommes ici en un point qui correspond au maximum atteint vers le Nord-Ouest par la transgression auversienne.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les captures de l'Oum er Rebia et l'hydrographei générale du Moyen-Atlas marocain.* Note [1] de M. J. SAVORNIN, transmise par M. Ch. Depéret.

L'Oum er Rebia est le plus puissant des fleuves atlantiques au Maroc. Il est abondamment alimenté par les *quarante sources* à régime vauclusien qui, chez les Mrabtine, vers la frontière commune des Zaïan et des Beni Mguild, sortent, en grondant, du pied de l'énorme falaise jurassique reposant sur les argiles rouges salifères du Permo-Trias.

En amont de ces sources d'*Ouïouane*, le cours supérieur se traîne longtemps à la surface du plateau des Beni Mguild, portion du « Moyen-Atlas », de la même façon que l'oued Guigou qui, en direction diamétralement opposée, constitue la haute vallée du Sebou, fleuve du R'arb. L'un et l'autre, sur ce plateau, empruntent par moment de vieilles vallées où serpentent des coulées basaltiques pliocènes.

En aval, à quelques kilomètres avant *Khenifra*, l'Oum er Rebia coule en torrents dans une énorme fissure de basalte, qu'il remplit sur une hauteur de 12^m, au dire des indigènes. Le gouffre écumant est enjambé par le vieux pont portugais, auprès duquel une tour en ruine a donné son nom au poste français voisin (*El Bordj*). La rivière demeure encaissée dans un synclinal

(1) Séance du 27 décembre 1921.

permien, et parfois dans un flanc monoclinal, jusqu'à *Kasba-Tadla* où l'Éogène lui constitue une vallée tectonique. Elle s'étale ensuite dans l'immense plaine de son bassin moyen, où l'Abid et la Tessaout, descendant du Grand Atlas, viennent grossir un débit déjà considérable alimenté par la forte pluviométrie des « Causses » moyen-atlasiques.

Ce bassin du moyen Oum er Rebia, comme je l'ai fait observer ici même ([1]), n'est qu'une large cuvette crétacée-éocène au pays des phosphates. Il n'est pas impossible que cela ait été momentanément un bassin fermé, dont la « Bahira », au nord des Djebilet, serait la délaisse ultime. Mais de bonne heure il a dû se déverser dans l'Océan, par les interminables gorges de *Mechra ben Abbou-Bou Laouan*, où on le voit profondément encaissé jusqu'à son embouchure à la pointe nord du pays Doukkala.

L'importance de ce fleuve l'a fait choisir pour la première installation d'usine hydro-électrique, que l'on va créer à S[i] Saïd Mâchou, en perçant par un tunnel un étranglement séparant deux méandres. Une chute de 17^{m} permettra d'obtenir environ 8000 kilowatts-heure. Ce sera le modeste début de réalisation d'un grand programme déjà étudié.

L'Oum er Rebia inférieur a donc probablement accaparé à son profit les eaux du bassin moyen, dont la destinée semblait autre. Il a aussi capturé la Tessaout, et tout le bassin de Demnat, dont il a décapité le Tensift, fleuve de Marrakech, qui en était le drain naturel comme le montre la topographie.

J'ai eu l'occasion d'observer, très en amont, un phénomène hydrographique du même ordre, qu'il était impossible de soupçonner en l'état d'imperfection des cartes. A *Taka Ichiane* j'ai trouvé, en corniche sur une haute berge schisteuse, à 150^{m} au-dessus du lit actuel, des alluvions fluviatiles dont les galets, souvent plats et volumineux, ont servi de pierres à bâtir pour le poste.

Leur présence à cette altitude relative, alors que le fleuve n'a pas laissé de terrasses dans sa profonde et étroite vallée, ne s'explique qu'en les attribuant à un cours d'eau venant de *Bekrit*, chez les Beni Mguild, et coulant à la surface du plateau avant le travail des eaux vauclusiennes d'Ouïouane. La nature de certains éléments (calcaires jurassiques et crétacés, calcédoines, éocènes, basaltes) provenant incontestablement du « Moyen-Atlas » est d'ailleurs révélatrice à cet égard.

Ces alluvions, reposant sur les schistes paléozoïques, sont assez aquifères pour alimenter le poste en eau potable.

([1]) *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 229.

A partir de ce point s'étale vers le Nord au delà de *Mrirt*, une belle plaine qui serait une anomalie géographique si l'on n'y reconnaissait une « vallée morte » d'un important cours d'eau. Sa régularité l'a fait choisir pour l'établissement d'un grand port aérien (juin 1921). Un simple ruisseau serpente aujourd'hui à sa surface, à la saison pluvieuse; mais de belles prairies naturelles lui font un vaste tapis de verdure.

La plaine de Mrirt a un débouché au Nord (à 1500^{m} ouest de Kasba Titahouïne) dénommé : *foum Aguennour*. Or l'oued Aguennour, ainsi que l'a reconnu au printemps dernier M. le capitaine Guillaume du Service des renseignements, commence à ce défilé. Les cartes topographiques figurent un *oued Berriakh*, de direction WE, qui conduirait à l'oued Beht les eaux du Tirzat, venant de Foum Aguennour. Mais c'est bien l'oued Aguennour (ou haut Bou-Regreg) qui, sous les noms d'oued Aouam, oued Tirzat, oued Messouôr, coule en zigzags de direction moyenne SE-NW.

La plaine de Mrirt n'est qu'un premier épanouissement lacustre de la haute vallée morte du Bou Regreg. Il en existe d'autres dans la vallée encore vivante : plaines d'Aouam, de Messouôr (Mechouar sur les cartes), de Guertila (1), séparées par des défilés rappelant le foum Aguennour.

Il faut donc reporter à près de 80^{km}, en amont du point où on la supposait, la tête de vallée originelle du Bou-Regreg-Aguennour. Les eaux du plateau des Beni-Mguild, circulant autour de Bekrit, allaient à Rabat avant la capture effectuée sous Taka Ichiane par l'Oum er Rebia. Cette décapitation a fait perdre au Bon Regreg plus de 40^{km} de son cours supérieur.

Ces observations appellent encore des remarques sur l'hydrographie primitive, véritablement schématique, de l'immense plan incliné calcaire du « Moyen-Atlas » et de la pénéplaine schisto-cristalline des Zaïan, aujourd'hui méconnaissable sous les profondes érosions qui la découpent, mais où la plupart des directions de rivières sont visiblement surimposées par une topographie originelle fort simple. Il serait trop long de développer ici le détail de ces remarques, qu'il nous suffit d'énoncer.

---

(1) Qu'il faut déplacer de 8^{km} à l'ouest.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude des plantes salées, pendant la période où se produisent des anomalies.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Note [1] j'ai indiqué que mes arrosages du *Lepidium sativum* devaient être faits avec des solutions de chlorure de sodium à concentrations comprises entre les valeurs C_s et C_m : C_s correspondant à une concentration inférieure, début de l'action modificatrice sur les plantes, seuil de l'excitation utile; C_m correspondant à une concentration plus grande, au-dessous de laquelle la plante vit et donne des graines capables de germer convenablement, et au-dessus de laquelle la plante peut encore vivre, mais ne donne plus de graines ou en donne qui sont mal conformées et incapables de bien germer. Je ne connais pas encore d'une façon précise ces limites; mais, dans les diverses cultures que j'ai faites jusqu'à présent, je suis resté entre ces valeurs, puisque j'ai obtenu des modifications dans les plantes et des graines germant suffisamment bien et provenant de ces plantes. Toutefois, en 1919, j'ai craint d'avoir dépassé C_m en employant l'une des concentrations à 14 pour 100 de NaCl, ce qui a eu pour résultat, cette année-là, une production de plantes à très petit nombre de graines convenables et ne germant qu'en faible proportion. En conséquence, j'ai cru devoir diminuer, en 1920 et en 1921, le maximum de mes concentrations, mais je vais essayer à nouveau, en 1922, la solution à 14 pour 1000 en modifiant un peu mon procédé d'arrosage, pour chercher à me rapprocher le plus près possible de la valeur C_m, sans la dépasser, afin d'avoir le maximum d'action utile sur les graines.

Au point de vue de l'action de ces arrosages salés, on serait tenté de rapporter les différences entre les plantes témoins et les plantes salées, à des différences dans l'absorption de l'eau comme conséquence du jeu inégal de l'osmose. On serait d'autant mieux tenté de le faire que les cultures en plein air, pleine terre, ont présenté entre elles, en 1921, année de grande sécheresse, des différences comparables, dans une certaine mesure, à celles qui se manifestent entre les plantes cultivées en pots, sous châssis, salées et non salées, en ce qui concerne la taille, le nombre relatif des grosses graines, leur poids et même la forme plus ou moins dodue.

---

[1] Pierre Lesage, *Plantes salées et période des anomalies* (*Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 82).

Cependant il peut, il doit y avoir une autre action, parce que le NaCl n'intervient pas que dans l'absorption, il doit intervenir à l'intérieur de la plante puisqu'il y pénètre. En effet, les auteurs signalent ce fait en même temps que des variations de quantité suivant le milieu ; de mon côté, en consultant mes notes, je vois que des dosages du chlore dans les graines de 1913 ont donné : pour les témoins, des traces; pour les plantes arrosées à l'eau salée, 4,7 pour 100 du poids sec. Les sommités débarrassées des fruits ont encore donné : pour les témoins, 0,17 pour 100 et, pour les plantes salées, 13,07 pour 100 du poids sec. Enfin les dosages des sommités de plantes de 1920 ont fourni les proportions suivantes pour cent de la matière sèche (¹) :

		Pour 100 de K.	Pour 100 de Na.
Plantes arrosées	à l'eau de source...........	1,10	0,50
	à 12 pour 1000 de NaCl......	1,96	4,30

Il ressort de l'examen de ces derniers nombres que les plantes arrosées à 12 pour 1000 de NaCl absorbent 8 fois plus de sodium que les témoins. Il est encore intéressant de faire remarquer que la présence du NaCl dans les arrosages paraît avoir pour résultat l'entraînement dans la plante d'une plus forte proportion de potassium. Quoi qu'il en soit, la pénétration du sel dans les plantes doit avoir des conséquences qui sont loin d'être établies.

Dans la Campagne de 1921, j'ai retrouvé des différences déjà signalées entre les plantes salées et les plantes témoins, dans le cycle évolutif et la taille de ces plantes, dans le nombre relatif des grosses graines et leur poids, et dans la forme plus ou moins dodue de ces graines. En ce qui concerne ce dernier caractère, voici de nouvelles données sur les rapports des dimensions, longueur (L), largeur (*l*), épaisseur (*e*) dans des cas typiques :

		$\frac{L}{l}$	$\frac{l}{e}$
Plantes arrosées	à l'eau de source................	1,70	1,66
	à 12 pour 1000 de NaCl.........	1,53	1,16

Ces données montrent bien que les graines des plantes salées sont plus arrondies, plus dodues que celles des plantes témoins. Il n'est pas sans intérêt de dire que cette forme dodue s'est encore manifestée, mais atténuée dans la première génération arrosée à l'eau de source des descendants des plantes salées.

(¹) Tous ces dosages ont été faits avec grand soin par M. Artus, chef des travaux de Chimie et sous-directeur du Laboratoire agricole de la Faculté des Sciences de Rennes.

En 1920, j'avais trouvé des fruits anormaux à trois loges en assez grand nombre et quelques fruits à quatre loges, en grande majorité sur les pieds salés; en 1921, j'ai retrouvé ces fruits anormaux dans mes cultures : 65 sur 265 pieds arrosés à l'eau salée et 1 seulement sur 90 pieds témoins arrosés à l'eau de source. Dans les cultures témoins, mais en plein air, pleine terre, et qui ont eu à souffrir de la sécheresse de cette année, qui m'ont donné des graines un peu dodues mais cependant moins que celles des cultures salées à 12 pour 1000, je n'ai trouvé que 7 fruits anormaux sur 685 pieds. Je pense qu'il y a lieu de faire ce rapprochement parce qu'il sera invoqué plus tard pour interpréter le rôle des solutions de NaCl au point de vue osmotique dans l'absorption de l'eau et pour montrer que ces solutions ne bornent pas là leur action, puisque, comme nous l'avons déjà vu, le NaCl est absorbé, et parce que, comme nous venons de le voir, la forte sécheresse elle-même ne provoque pas des modifications aussi marquées que la salure.

Les graines des fruits anormaux de 1920, semées dans trois cultures séparées, ont donné des résultats qu'il faut mentionner. Celles des fruits à 3 carpelles ont fourni deux cultures, l'une arrosée à la solution contenant 12 pour 1000 de NaCl, l'autre arrosée à l'eau de source; la première culture a donné 10 fruits anormaux sur 11 pieds; la seconde, 1 seul sur 22 pieds. La troisième culture, arrosée à l'eau de source, présentait 11 pieds provenant des graines retirées des fruits à 4 carpelles; ici, je n'ai pas trouvé un seul fruit anormal. Ces faits sont intéressants parce qu'ils montrent que nous sommes loin d'être en présence d'une mutation; mais nous y trouvons une modification s'établissant d'une manière désordonnée sous des influences parmi lesquelles celle de la salure doit être considérée. Attendons une deuxième génération pour voir si nous n'y trouverons pas des résultats favorables à la conception de ce que Cuénot appelle « un facteur mendélien récessif » ([1]).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La recherche des pseudo-bases d'anthocyanidines dans les tissus végétaux.* Note de M. **Raoul Combes**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Willstätter et ses élèves ont établi une technique permettant de séparer, dans un mélange, les anthocyanidines de leurs glucosides les anthocyanines :

([1]) L. Cuénot, *L'hérédité des caractères acquis* (*Revue générale des Sciences*, numéro du 15 octobre 1921, p. 584).

lorsqu'on agite avec de l'alcool amylique une solution d'anthocyanidine et d'anthocyanine dans l'eau acidifiée, l'anthocyanine reste en solution dans l'eau, tandis que l'anthocyanidine passe dans l'alcool amylique. D'autre part, ces auteurs ont montré que les chlorures d'anthocyanidines, traités par l'eau à chaud, perdent leur coloration rouge, se transformant en composés incolores auxquels fut donné le nom de *pseudo-bases ;* ces pseudo-bases incolores, chauffées avec un acide étendu, repassent à l'état de sels d'anthocyanidines rouges correspondants.

Kurt Noack (1) a entrepris d'appliquer la méthode de séparation des anthocyanidines et des anthocyanines de Willstätter à la recherche des pseudo-bases d'anthocyanidines dans les tissus végétaux. Il traite les tissus par l'eau acidifiée, agite le liquide filtré avec de l'alcool amylique et chauffe en présence d'un acide fort la solution amylique séparée par décantation : lorsque cette solution prend dans ces conditions une coloration rouge semblable à celle des anthocyanidines et virant en présence de soude, de carbonate de calcium, d'acétate de sodium et de perchlorure de fer, il considère que ces réactions sont dues à la présence de pseudo-bases ayant passé dans l'alcool amylique, et il en déduit que les tissus traités renfermaient une pseudo-base d'anthocyanidine. Kurt Noack obtient ainsi des résultats qui l'amènent à conclure à la présence de corps se comportant comme des pseudo-bases d'anthocyanidines dans les feuilles de *Polygonum compactum*, d'*Ampelopsis hederacea*, de *Cydonia*, les péricarpes d'*Æsculus*, les raisins, les pommes et les fleurs de *Pæonia*.

Au cours de recherches sur les relations existant entre les tannins et les pigments anthocyaniques, j'ai fait des constatations qui amènent à penser que les substances considérées par Kurt Noack comme des pseudo-bases d'anthocyanidines sont des phlobatannins.

Mes recherches ont porté sur les feuilles d'*Ampelopsis hederacea*, les raisins, les pommes et les péricarpes d'*Æsculus Hippocastanum*. L'étude des liquides amyliques obtenus comme l'indique Kurt Noack m'a permis de constater que ces liquides renferment des phlobatannins donnant toutes les réactions de coloration attribuées par cet auteur aux pseudo-bases. J'ai caractérisé ces phlobatannins par les réactifs généraux des tannins ainsi que par les réactions suivantes qui distinguent ces substances : formation d'un précipité jaune par l'eau bromée, précipitation par le formol en présence d'acide chlorhydrique, coloration verte par les sels ferriques, for-

(1) Kurt Noack, *Zeitschrift für Botanik*, 10 Jahrg., 1918, p. 561-628.

mation d'un précipité rouge de phlobaphène par ébullition de la solution aqueuse acidifiée.

Ensuite, en opérant sur les raisins de la variété Frankenthal, d'une part, j'ai isolé le phlobatannin contenu dans les fruits encore verts, d'autre part, j'ai préparé la pseudo-base d'anthocyanidine correspondant à l'anthocyanine contenue dans les fruits mûrs, enfin j'ai comparé les deux corps.

1° Pour isoler le phlobatannin, les raisins verts, préalablement soumis à la presse, sont traités pendant 5 heures par de l'acétone; le liquide, séparé par filtration, est additionné de 3^{vol} d'éther. Dans ces conditions, il se précipite une solution hydro-acétonique de phlobatannin. Cette solution, isolée par décantation, est saturée de chlorure de sodium; le liquide se divise en deux couches; la couche supérieure contient la plus grande partie du phlobatannin en solution dans l'acétone; cette solution est décantée et évaporée rapidement dans un courant d'air. Le phlobatannin impur obtenu est dissous dans l'eau où on le reprécipite par addition de chlorure de sodium. Le précipité est séparé par filtration, lavé à l'aide d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, mis en solution dans l'alcool absolu et précipité par l'éther de pétrole. Enfin, le produit obtenu est purifié par trois reprises successives au moyen de l'alcool absolu et reprécipitation par l'éther de pétrole.

2° Pour obtenir la pseudo-base d'anthocyanidine, j'ai préparé l'œnine des raisins en employant la méthode établie par Willstätter et Zollinger : isolement du glucoside à l'état de picrate cristallisé et transformation en chlorure; l'hydrolyse par l'acide chlorhydrique m'a donné le chlorure d'œnidine, qui a été transformé en pseudo-base par chauffage de sa solution aqueuse.

3° Le phlobatannin de raisins verts et la pseudo-base d'anthocyanidine de raisins rouges présentent des propriétés communes : le phlobatannin donne précisément toutes les réactions que Kurt Noack considérait comme caractéristiques des pseudo-bases; c'est ainsi que, de même que la pseudo-base, il se dissout dans l'eau acidifiée et, par agitation de cette solution avec de l'alcool amylique, il passe dans ce dernier solvant. La solution amylique de phlobatannin, acidifiée et chauffée, se colore en rouge par suite de la formation d'un phlobaphène présentant une teinte et des réactions de virage qui rappellent de très près l'anthocyanidine que l'on obtient en traitant dans les mêmes conditions la solution amylique de pseudo-base. Les solutions aqueuses des deux corps précipitent par chauffage en présence d'acide chlorhydrique et de formol. Ces caractères communs expli-

quent que Kurt Noack ait pris le phlobatannin pour une pseudo-base et le phlobaphène qui en dérive pour l'anthocyanidine correspondant à cette pseudo-base. Par contre, les deux corps diffèrent par un grand nombre de caractères : le phlobatannin précipite par le bichromate de potassium, les alcaloïdes, l'eau bromée, il se colore en vert foncé par le perchlorure de fer. La pseudo-base ne présente aucune de ces réactions.

On voit, d'après ces résultats, que les corps que Kurt Noack croyait avoir caractérisés comme pseudo-bases dans les extraits amyliques qu'il a étudiés étaient des phlobatannins, et que les substances rouges qu'il obtenait par chauffage en présence des acides et qu'il considérait comme des anthocyanidines étaient des phlobaphènes. La méthode de l'essai à l'alcool amylique, établie par Willstätter et ses élèves pour séparer les anthocyanidines des anthocyanines, ne peut donc être appliquée à la recherche des pseudo-bases d'anthocyanidines dans les tissus végétaux. D'une façon générale, l'étude d'extraits végétaux, dont la composition est très complexe, par l'emploi de simples réactions de coloration qui, ainsi que nous venons de le voir, peuvent être communes à diverses substances organiques, ne suffit pas pour conclure à la présence d'anthocyanines, d'anthocyanidines ou de pseudo-bases dans les tissus examinés; l'extraction des pigments et leur caractérisation opérée sur des produits purs permettent seules d'obtenir des résultats concluants.

AGRONOMIE. — *De l'influence de l'orientation sur les succès de la transplantation des arbres.* Note de M. **Martin-Zédé**, présentée par par M. Bazy.

J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie un perfectionnement que je viens d'apporter dans la transplantation des arbres, qui, j'ai lieu de le croire, réduira de beaucoup, s'il est appliqué, la non-réussite qui résulte souvent du transport et de la replantation des arbres pris en pépinière.

Ayant eu de nombreuses transplantations à faire, à l'île d'Anticosti, de sapins, mélèzes, épicéas, bouleaux, et quoique ayant toujours fait ces opérations au moment le plus favorable, c'est-à-dire à la fin de l'automne, quand la sève est arrêtée dans son ascension et la végétation en sommeil, j'ai toujours pu constater, l'été suivant, que presque la moitié de mes arbres étaient morts. L'automne suivant, je faisais de nouvelles plantations pour remplacer les arbres morts et invariablement, malgré toutes les précautions prises, je

pouvais constater que dans ces plantations nouvelles la moitié des nouveaux arbres étaient secs.

Il m'est venu à l'idée que je commettais une faute d'acclimatation en plantant ces arbres sans tenir compte de leur orientation initiale. L'arbre ayant pris racine dans la pépinière, son tronc et ses branches ayant passé plusieurs années ainsi exposés ou non au soleil selon le hasard de sa naissance, devait être transplanté dans des conditions identiques à celles où il avait vécu jusque-là. En effet, il est facile de se rendre compte que la partie exposée au Nord et qui ne voit jamais le soleil à l'inverse de celle qui fait face au Midi a une écorce bien plus épaisse qui lui permet de résister facilement au froid et aux intempéries; celle qui est exposée au soleil, par contre, a une bien moindre épaisseur, destinée qu'elle est à ne recevoir que les chauds rayons du soleil et non les morsures de la bise. Si donc nous livrons au hasard l'orientation nouvelle des arbres quand nous les transplantons, sans tenir compte de leur plus ou moins grande adaptation d'origine au froid ou au chaud, nous avons la moitié des chances pour que ces arbres, ne reprenant pas leur orientation primitive, se trouvent en conséquence, même ne mourant pas, dans de mauvaises conditions de résistance, pendant la période toujours critique de leur transplantation, et dans les années qui suivront.

Muni d'une boussole, je pris donc le soin, avant de les déplanter, de repérer leur orientation individuelle et marquai sur chaque arbre une des branches exposées au Nord d'un signe apparent (bout de ruban quelconque), puis j'opérais la replantation au nouvel emplacement en dirigeant du côté du Nord la branche marquée. J'ai pu constater depuis que, sur le nombre d'arbres ainsi remis en terre, le déchet était insignifiant, ne dépassant pas 6 à 8 pour 100, tandis que le nombre des arbres secs dépassait autrefois, avant l'emploi de cette nouvelle méthode, souvent 50 pour 100.

Il est possible que le froid rigoureux que nous subissons à Anticosti ait rendu plus effectif mon procédé qu'il ne le serait dans des climats plus tempérés, toutefois je crois bon de le signaler, car je l'ai trouvé raisonnable, simple et peu coûteux et toutes choses égales d'ailleurs, et quelle que soit la région, il doit certainement souvent empêcher la mort de l'arbre transplanté ou du moins le mettre dans un état de meilleure résistance, plus favorable à son développement.

Quand nous considérons le prix que coûte la transplantation des arbres des promenades de Paris et des grandes villes, et les travaux importants que nécessite la transportation de ces arbres dont les troncs ont souvent un

diamètre dépassant 25^{cm}, quand nous voyons que ces arbres, obligatoirement, sont dans les plus mauvaises conditions de développement dus au manque d'air, à la fumée des cheminées et des automobiles, aux poussières nocives des routes goudronnées, aux frictions diverses, etc. qu'ils subissent pour toutes sortes de causes, il semble qu'on ne saurait trop prendre de précautions pour mettre ces jeunes arbres dans l'état de santé et de conservation optimum pour leur permettre de résister le plus longtemps possible aux mauvaises conditions dans lesquelles ils doivent vivre, pour qu'ils puissent continuer à nous donner à meilleur compte, la fraîcheur et l'ombrage qui sont la base de l'hygiène des villes et en constituent la plus belle décoration.

PHYSIOLOGIE. — *Mesure de l'excitabilité d'un nerf sécrétoire : corde du tympan et glande sous-maxillaire.* Note [1] de M. et Mme **A. Chauchard**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons entrepris l'étude de l'excitabilité d'un nerf sécrétoire, la corde du tympan. C'est un nerf *itératif;* M. Lapicque a défini, sous ce nom, les nerfs qui exigent, pour donner une réponse physiologique, la répétition des excitations. Depuis 1912, avec divers collaborateurs, sur les vertébrés inférieurs, il a étudié plusieurs de ces nerfs et montré que. dans la mesure de leur excitabilité, la chronaxie est indépendante de la fréquence et du nombre des excitations; elle caractérise le nerf lui-même. Les lois de sommation caractérisent l'appareil auquel aboutissent les fibres nerveuses.

Nous expérimentons sur des chiens anesthésiés (morphine-chloroforme). Nous avons d'abord reconnu que, à dose anesthésique, ces substances ne modifient pas la chronaxie du nerf. La corde du tympan et le canal excréteur sont découverts suivant la technique classique. Après mise en place d'électrodes impolarisables, nous refermons la plaie opératoire. La région est ensuite recouverte d'une épaisse couche de coton et l'animal lui-même enveloppé dans une couverture de laine. Dans ces conditions le nerf et la glande sont maintenus à une température normale.

L'instrumentation électrique est celle qu'a décrite M. Lapicque [2]. Des condensateurs de capacités connues sont chargés et déchargés par un cylindre à cames à intervalles réglables, Les résistances comptant pour le temps sont fixées au moyen d'un

---

[1] Séance du 19 décembre 1921.

[2] *C. R. Soc. de Biol.*, 23 décembre 1911; *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 70

shunt. La source consiste en une série d'accumulateurs reliés à un réducteur de potentiel. Ce dispositif permet de faire varier l'intensité, la durée, la fréquence et le nombre des excitations.

1° *Influence de la durée des excitations.* — La fréquence et le nombre des excitations restant invariables, on cherche le seuil pour des capacités variables. Le résultat peut se résumer comme suit :

Pour des capacités faibles, le voltage nécessaire pour obtenir le seuil est très élevé. Le voltage décroît quand la capacité augmente, et cela, jusqu'en un point où l'augmentation de la capacité n'a plus d'influence sur le voltage. Le calcul de la quantité et de l'énergie mises en jeu à chaque excitation montre que la quantité croît avec la capacité et que l'énergie passe par un minimum. Voici les chiffres d'une expérience.

9 *mars.* — Chien de 17^{kg}. Nombre des excitations : 36. Intervalle entre les excitations : $\frac{1}{6}$ de seconde.

Capacité en microfarads.	Voltage liminaire en volts.	Quantité en 10^{-6} coulomb.	Énergie en 10^{-6} joule.
0,4	1,25	0,5	0,31
0,3	1,35	0,4	0,27
0,2	1,50	0,3	0,225
0,1	2	0,2	0,20
0,05	3	0,15	0,225

Tout se passe comme dans l'excitation du nerf moteur. On peut donc, comme dans le cas de ce nerf, déterminer directement la chronaxie. On cherche le voltage nécessaire pour obtenir le seuil en courant constant (rhéobase) avec un nombre d'excitations et un rythme déterminés. Puis, avec un voltage double, on cherche une capacité qui redonne le seuil. Le produit de cette capacité par le coefficient expérimental 0,37 et par la résistance du shunt qui, dans nos expériences, a toujours été de 4000 ohms environ, fournit la valeur de la chronaxie.

Dans une série de 20 expériences, la chronaxie de la corde du tympan s'est toujours, sauf dans un cas, maintenue voisine de $0^s,0004$, chiffre qui n'est pas modifié quand on fait varier la fréquence ou le nombre des excitations.

2° *Nombre des excitations.* — La capacité et la fréquence restant invariables, on détermine le voltage liminaire pour des excitations de nombre croissant.

Le voltage décroît quand le nombre des excitations augmente. La courbe qui exprime le phénomène s'incline d'abord assez rapidement vers l'axe des

abscisses, puis, pour des nombres élevés, tend à devenir parallèle à cet axe. A partir d'une certaine valeur, le nombre des excitations n'a plus d'influence sur le voltage. Il est à remarquer qu'on arrive à ce résultat pour un nombre d'excitations de l'ordre de la centaine réparti en 16 secondes; le pouvoir de sommation est donc fort élevé. Exemple :

Expérience du 27 février. — Chien de 18^{kg}. Capacité 0,3 microfarad. Intervalle des excitations $\frac{1}{6}$ de seconde.

Nombre des excitations...	6	12	24	36	60	96
Voltage liminaire........	>14	9	3	1,3	0,9	0,8

Fréquence des excitations. — Le nombre des excitations et la capacité restant invariables, on cherche le voltage liminaire pour différentes fréquences.

Quand on augmente l'intervalle entre les excitations, le voltage s'accroît. La courbe d'abord parallèle à l'axe des fréquences, les rythmes rapides influençant faiblement le voltage, remonte rapidement pour les rythmes lents pour lesquels elle tend à devenir parallèle à l'axe des voltages. Exemple :

Expérience du 12 avril. — Chien de 17^{kg}. Capacité 0,35 microfarad. Nombre des excitations 36.

Intervalle en seconde.....	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1
Voltage liminaire........	2,65	2,65	2,8	4,5	>20

Les recherches que nous venons d'exposer constituent la première détermination quantitative de l'excitabilité d'un appareil secrétoire. Nous constatons que les lois qui régissent cette excitabilité rentrent dans la formule générale des nerfs itératifs. Il devient possible d'établir une comparaison avec ceux qui ont été étudiés par Lapicque et ses collaborateurs chez les Batraciens.

La chronaxie des vaso-constricteurs et des inhibiteurs cardiaques mesurée chez ces Vertébrés à sang froid a été trouvée égale à 0^{s},002; la chronaxie de la corde du tympan est notablement plus petite, mais l'écart paraît de peu d'importance si l'on tient compte de la différence de température entre les Batraciens et les Mammifères.

Si l'on compare le pouvoir de sommation des divers organes étudiés, celui de la glande salivaire est bien plus grand que celui de la moelle prise comme centre réflexe; il est moindre que celui des chromatophores étudiés par Mlle Kœnigs. Il se rapproche de celui de la tunique contractile des vaisseaux.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Le venin des fourmis, en particulier l'acide formique.* Note [1] de M. **Robert Stumper**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans cette note nous résumons nos recherches chimiques sur le venin des fourmis, notamment sur l'acide formique y contenu. Nous avons tâché avant tout d'apporter un peu de lumière dans nos connaissances aussi confuses qu'incomplètes sur ce sujet. Généralement on attribue l'action toxique de ce venin à l'acide formique; d'autres, par exemple von Fürth, Kobert et Faust, critiquent une telle assertion. Avant d'entrer dans le vif de la question, il est indispensable d'exposer succinctement la morphologie de l'appareil venimeux des Formicides.

Toutes les fourmis, à l'exception des mâles, possèdent un organe venimeux, composé d'un dard et d'une glande à venin. Chez les *Ponerinæ*, *Myrmicinæ* et *Dorylinæ*, le dard est bien développé; chez les *Camponotinæ*, le dard est rudimentaire, mais la glande est bien développée; quant aux *Dolichoderinæ*, le dard et la glande à venin sont rudimentaires, mais elles possèdent des glandes anales dont la sécrétion odorante et gluante constitue la partie la plus efficace de leur réaction protectrice.

Nos études ont pour objet la recherche et le dosage de H.COOH dans le venin de différentes fourmis, afin d'établir une relation entre la forme de l'appareil vénénifique et la production d'acide formique. La première question que nous nous sommes forcé de résoudre était de savoir si le venin des fourmis contient, à côté de H.COOH, d'autres acides libres. La méthode employée était celle de Duclaux [2], dont le principe est le suivant : les acides organiques (en solution < 2 pour 100) distillent d'une façon rigoureusement caractéristique pour chaque acide. On n'a qu'à suivre la marche de la distillation en titrant l'acidité des 10^{cm^3}, 20^{cm^3}, 30^{cm^3}, etc. de liquide distillé et en calculant l'acide passé en centièmes de l'acide total, le volume initial étant toujours 110^{cm^3}, ou bien en calculant l'acide passé à la distillation en pour 100 des 100^{cm^3} de distillat. De ces deux manières on obtient une série de nombres caractéristiques de l'acide en question. Des écarts notables avec ces nombres révèlent la présence soit d'un, soit de plusieurs autres acides.

Nous avons soumis à la distillation : 1° un extrait aqueux de *Formica*

---

(1) Séance du 27 décembre 1921.

(2) M. Duclaux, *Traité de Microbiologie*, t. II.

rufa, la fourmi fauve de nos bois, réputée par sa production abondante de H.COOH, et 2° un extrait aqueux de *Cataglyphis bicolor*, une espèce tunisienne, dont j'ai eu à ma disposition un grand nombre d'individus vivants.

Le Tableau I résume les résultats obtenus en calculant l'acide passé en pour 100 de l'acidité des 100$^{cm^3}$ de liquide passé à la distillation.

TABLEAU I.

	Formica rufa.		*Cataglyphis bicolor.*		
Quantité distillée.	Nombre de cm^3 de NaOH N/10 lus sur la burette.	Acidité en pour 100 de l'acide des 100$^{cm^3}$ de distill.	Nombre de cm^3 de NaOH N/10 lus sur la burette.	Acidité en pour 100 de l'acide des 100$^{cm^3}$ de distill.	H.COOH pur (nombres de Duclaux).
a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*
cm^3	cm^3		cm^3		
10	0,99	5,8	0,30	5,54	5,9
20	2,08	12,5	0,62	11,3	12,2
30	3,25	19,0	1,00	18,5	19,1
40	4,54	26,5	1,37	25,3	26,3
50	5,90	34,5	1,80	34,3	34,3
60	7,43	43,5	2,36	43,5	43,2
70	9,31	54,3	2,92	53,8	52,7
80	11,43	66,8	3,57	62,2	65,3
90	14,43	82,2	4,37	79,95	79,9
100	17,10	100	5,42	100	100
(110)	29,60		9,20 (calc.)		

L'inspection de ce Tableau, notamment la comparaison des colonnes *c*, *e* et *f*, démontre une concordance parfaite avec les nombres de Duclaux, de sorte que nous sommes en droit d'inférer que le venin des fourmis soumises à l'étude ne renferme, comme acide volatil libre, que H.COOH. Toutefois, il est à remarquer que la théorie de la dissociation électrolytique et la loi des masses nous font prévoir la présence d'autres acides, à condition qu'il y ait des anions, par exemple $\overline{Cl}$, $\overline{SO^4}$, $\overline{PO^4}$. Cependant la méthode de Duclaux n'en a pas révélé la présence, de sorte qu'on peut dire que le venin des fourmis n'en renferme que des quantités négligeables.

BIOLOGIE. — *Sur les caractères d'un Hybride issu de l'union d'un Canard musqué mâle* (Cairina moschata *Flem.*) *et d'une Oie d'Égypte femelle* (Chenalopes ægypticus *Eyt.*). Note de M. A. Lécaillon, présentée par M. Henneguy.

Par suite de la promiscuité dans laquelle se trouvaient, au jardin zoologique de Toulouse, un couple d'Oies d'Égypte et un Canard musqué mâle, naquit, en 1917, une couvée qui contenait, outre les petites Oies normales, un hybride qui vit encore aujourd'hui et dont j'ai pu étudier les mœurs, les caractères morphologiques externes et la coloration spéciale du plumage. Le Canard musqué et l'Oie d'Égypte appartenant à deux espèces très nettement distinctes et même assez éloignées l'une de l'autre dans la classification, l'examen des caractères spéciaux de l'hybride qu'ils avaient produit ne pouvait manquer d'intérêt. Voici les faits principaux qui résultent de mes observations :

Dès sa naissance, le jeune hybride différait des petites Oies nées en même temps que lui par sa coloration générale jaunâtre, caractère montrant sa parenté avec le Canard musqué, dont les petits sont presque totalement jaunes. Au bout de quelques jours, la femelle d'Oie d'Égypte commença à frapper violemment, avec son bec, le jeune oiseau, tandis que, comme d'habitude, elle se montrait, pour le reste de la couvée, extrêmement dévouée (chez l'Oie d'Égypte les deux sexes soignent leur couvée avec une sollicitude remarquable). J'attribue la cause de cette attitude non pas aux faibles différences d'aspect qui existaient alors entre le petit hybride et les oisons, mais à l'odeur spéciale que le premier de ces animaux exhalait (la chair du Canard musqué mâle est de même peu appréciée à cause de sa saveur peu agréable).

L'hybride adulte, qui est du sexe mâle, a une physionomie qui le distingue très nettement des deux espèces dont il est issu. Pourtant, si l'on examine avec soin ses divers caractères, on en trouve facilement qui le rapprochent davantage tantôt de l'une, tantôt de l'autre. Sa taille est plus considérable que celle des Oies d'Égypte et équivaut à celle du Canard musqué mâle (lequel est plus gros que la femelle). Le port de l'animal le fait ressembler davantage à l'Oie d'Égypte (chez le Canard musqué le corps occupe, pendant la marche, une position à peu près horizontale et rase presque le sol, tandis que chez l'Oie d'Égypte il est très relevé en avant et se tient, par suite de la forme de la patte, beaucoup plus loin du sol).

L'hybride est muet, comme le Canard musqué, tandis que les deux sexes, chez l'Oie d'Égypte, poussent des cris perçants. Il est très combatif et s'attaque à des oiseaux de grande taille tels que les Cygnes noirs. Sous ce rapport, il ressemble aux Oies d'Égypte, dont le mâle, à l'époque des couvées, poursuit les chiens et même les personnes qui passent près de lui.

Dès que l'hybride fut adulte, il s'apparia avec une femelle d'Oie d'Egypte, et le couple, bien qu'ayant toujours été infécond, ne se désunit pas au cours des trois années suivantes. Les deux oiseaux s'envolaient, toujours ensemble, jusqu'à des distances de plusieurs kilomètres et revenaient chaque jour dans le jardin où ils trouvaient leur nourriture. A ce point de vue, l'hybride se comportait comme le mâle d'Oie d'Égypte, lequel reste indéfiniment uni avec la même femelle.

En ce qui concerne la coloration du plumage, on peut dire que, sur la région dorsale du corps, l'hybride ressemble davantage au Canard musqué, tandis que, sur la face ventrale, il se rapproche plus de l'Oie d'Égypte. Mais sous ce rapport il n'y a pas identité complète. La couleur blanche manque presque complètement chez lui, tandis que dans les deux sexes de l'Oie d'Égypte il y a, sur les ailes, une large bande blanche coupée d'une ligne noire et, chez le Canard musqué, des plumes alaires blanches également très caractéristiques.

L'aspect de la tête et du bec est aussi caractéristique. Il n'y a, sur le milieu de la tête, aucune de ces plumes érectiles qui distinguent le Canard musqué mâle. De plus, tandis que chez le Canard musqué les parties cutanées épaissies, de couleur rouge vif, dépourvues de plumes, qui recouvrent la base du bec et les côtés de la tête (jusqu'au delà de l'œil) sont extrêmement développées, elles sont à peine indiquées chez l'hybride où on les distingue seulement autour de la base du bec.

Enfin, aucun des groupes de plumes de couleur marron que l'on trouve chez les Oies d'Égypte (autour des yeux, autour de la base du cou, sous la partie thoracique) ne se rencontrent chez l'hybride.

Il résulte de cet ensemble de faits que l'hybride dont il est ici question se rattache incontestablement par certains caractères aux deux espèces qui ont fourni les deux progéniteurs desquels il est issu. Mais il a néanmoins aussi des caractères spéciaux qu'il ne serait pas toujours facile de considérer comme intermédiaires entre ceux de l'Oie d'Égypte et ceux du Canard musqué. On ne pourrait le regarder comme constitué par une mosaïque de caractères dont les uns seraient identiques à ceux du père et les autres identiques à ceux de la mère.

BIOLOGIE. — *Sur l'indépendance de la glande séminale et des caractères sexuels secondaires chez les Poissons. Étude expérimentale* (1). Note de M. **R. Courrier**, présentée par M. Widal.

En été, l'Épinoche mâle se distingue de la femelle par deux caractères sexuels secondaires bien nets : une pigmentation rouge de l'abdomen et une sécrétion muqueuse des cellules rénales. A ce moment les ampoules spermatiques du testicule renferment un nombre si considérable de spermatozoïdes qu'à un premier examen on ne voit que ces éléments. Il faut étudier attentivement les prèparations pour découvrir dans le fond des ampoules quelques rares spermatogonies et noyaux de Sertoli. Une glande interstitielle abondante existe entre les tubes séminifères.

Ce Poisson, capturé en hiver dans une eau de 4° à 7° de température, ne possède plus ses caractères sexuels secondaires. Il ne se distingue plus de la femelle par la coloration de sa robe et son rein ne présente plus la sécrétion si caractéristique que l'on observe au moment du rut. Quelques mâles cependant ont encore une teinte rose pâle sur l'abdomen. L'examen histologique du testicule montre qu'à cette période de l'année les ampoules séminifères sont distendues par les éléments de la lignée séminale qui sont tous présents.

Il y a spermatogénèse et spermiogénèse. Mais tandis que les spermatogonies et les spermatocytes existent en assez grande quantité, les spermies sont plus ou moins nombreuses; en tout cas il en existe beaucoup moins qu'en été. On peut trouver parfois dans les espaces interstitiels quelques rares îlots de cellules glandulaires, en particulier au voisinage du hile. Ces îlots se remarquent surtout chez les mâles qui ont une teinte rose. Cette simple observation fait déjà soupçonner que la glande séminale ne conditionne probablement pas les caractères sexuels secondaires, puisque nous voyons qu'elle est en activité en hiver quand les différences sexuelles font défaut.

Cependant cette conclusion ne s'impose pas, car les conditions ne sont pas les mêmes qu'au moment du rut. A cette époque il y a en effet beaucoup plus de spermatozoïdes dans le testicule; d'autre part les facteurs nourriture, lumière et chaleur, sont différents dans les deux cas. La question lumière

(1) Voir les Notes antérieures : *Comptes rendus*, t. 172, 23 mai 1921; *C. R. Soc. Biol.*, 8 juillet et 17 novembre 1921.

mise à part, on peut par l'expérimentation se placer dans les mêmes condition qu'en été au point de vue de la température et de l'alimentation. C'est ainsi que nous avons fait vivre des Épinoches dans un aquarium à eau courante maintenue à une température constante de 17°. Ces poissons furent très copieusement nourris. Après un mois et demi d'un tel traitement, l'examen montre que la pigmentation n'a pas été influencée. On trouve des mâles aussi pâles que les femelles et d'autres qui présentent sur l'abdomen la teinte rose déjà signalée chez les animaux témoins. Le rein ne révèle aucun changement d'aspect ; il possède la structure d'un rein de mâle normal d'hiver ou de femelle. Mais le testicule est grandement modifié.

Les ampoules spermatiques montrent une structure absolument identique à celle qu'elles ont durant l'été. Elles sont bourrées de spermatozoïdes et il ne subsiste que de rares îlots de spermatogonies et de spermatocytes comme en période de reproduction.

Nous n'avons pas observé de changement au niveau des espaces intertubulaires [1]; on peut trouver parfois de petits amas de cellules interstitielles comme chez les animaux témoins.

Grâce à l'action de la chaleur, nous avons donc pu obtenir une glande séminale ayant une structure homologue à celle qu'elle possède en été. Les ampoules renferment autant de spermatozoïdes qu'au moment du rut, et pourtant aucune action ne fut enregistrée sur les caractères sexuels secondaires. Mais ici une distinction est nécessaire. Les conditions ne sont pas les mêmes qu'en été pour les cellules pigmentaires, et si les hormones sexuelles jouent un rôle dans la pigmentation, il n'est pas exclusif. On sait en effet que la lumière, la chaleur, le frottement, la coloration du fond, l'ablation des yeux, etc. ont une action sur les chromatophores [2]. Laissons donc de côté ce caractère sexuel secondaire à déterminisme complexe et ne considérons que le rein. Il est fort probable que la lumière et la coloration du voisinage n'exercent aucune action sur cet organe. Au cours de notre expérience, il se trouve donc dans les mêmes conditions qu'en été. On peut dire alors que si la sécrétion particulière que présentent les néphrocytes à l'époque du rut était provoquée par une hormone issue de la glande séminale, elle devrait apparaître chez les animaux en expérience, puisque leurs ampoules séminifères ont une structure identique à celle qui existe au moment de l'activité génitale.

---

(1) Nous pensons, d'après des recherches en cours, qu'en faisant durer l'expérience plus longtemps nous pourrons obtenir la formation d'une glande interstitielle bien développée, ainsi que l'apparition de la sécrétion particulière du rein.

(2) Voir les travaux de Hesse, V. Friesch, Kopéc, Hirschler, etc.

La seule différence à noter entre le testicule des Épinoches mâles à caractères sexuels secondaires et celui des mâles ne possédant pas ces caractères est la présence des cellules interstitielles dans le premier cas et leur absence dans l'autre.

Conclusions. — 1. Par l'action de la chaleur, on active les divisions spermatogénétiques dans le testicule de l'Épinoche d'hiver et l'on obtient des ampoules séminifères ayant une structure entièrement identique à celle qu'elles possèdent en été ([1]).

2. La glande séminale, formée en qualité et en quantité des mêmes constituants qu'au moment du rut, ne provoque pas l'apparition des caractères sexuels secondaires et en particulier la sécrétion spéciale du rein, bien que cet organe se trouve dans les mêmes conditions de température et de nutrition qu'en été ([2]).

3. Les deux caractères sexuels secondaires de l'Épinoche ne réagissent pas de la même façon à l'hormone sexuelle; il semble y avoir une différence quantitative La quantité d'hormone capable d'influencer les chromatophores paraît devoir être moins grande que celle qui est nécessaire à la réaction des néphrocytes.

CYTOLOGIE. — *La régulation du nombre des chromosomes chez les embryons parthénogénétiques de Grenouille rousse. Son mécanisme.* Note de M. **R. Hovasse**, présentée par M. F. Mesnil.

Confirmant des données de Brachet, Henneguy, R. Goldschmidt et J. Loeb, nous avons signalé antérieurement ([3]) une autorégulation du nombre des chromosomes chez une partie des embryons de Grenouille obtenus par le procédé Bataillon.

De nouveaux élevages nous ont apporté une série de détails complémentaires. *Cent quarante* nouveaux embryons ou larves ont été étudiés cytologiquement : sur cet ensemble, 75 ont reconstitué leur nombre $2n$ (24);

([1]) L'action de la chaleur sur la division cellulaire est bien connue. Audigé pense cependant que la température n'a qu'une très faible action sur l'activité sexuelle des Poissons. Bounhiol et Pron ont vu au contraire que les conditions thermiques ont une action sensible sur la ponte de quelques Poissons d'Algérie.

([2]) S. Kopéc attribue l'apparition de la livrée nuptiale chez le Vairon à la quantité abondante de sperme se trouvant dans les glandes génitales au moment du rut.

([3]) R. Hovasse, *Le nombre des chromosomes chez les embryons parthénogénétiques de Grenouille* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1211).

65 ont gardé leur nombre haploïde (12); enfin, parmi toutes ces ébauches, 14 ont montré une régulation aberrante.

La régulation. — Elle est *générale :* dans les cas normaux, il semble que tous les noyaux, qu'ils proviennent d'un tissu somatique ou génital, ont reconstitué leur nombre diploïde, ainsi que le montre la constance approximative des diamètres nucléaires, identique à celle qui s'observe chez les ébauches normalement fécondées.

La régulation est *précoce*. Nous l'avons constatée sur une morula ayant 7 heures d'évolution. Cependant, il ne semble pas que ce soit le cas général. Si l'on compare le nombre des embryons et larves non régularisés au nombre total des ébauches, successivement dans les stades jeunes (de 7 heures à 24 heures d'évolution) et à des âges plus avancés (de 4 jours à 8 jours), on obtient des résultats différents : 63 pour 100 dans le premier cas, 36,9 pour 100 dans le second. *Le nombre des régularisés augmente donc avec l'âge des ébauches.*

Il ne semble pas, d'autre part, que, au moins au début de l'évolution, la mortalité des embryons haploïdes soit plus forte que celle des régularisés, la régulation continue donc à se faire au moins dans le début de la segmentation (stades morula et blastula).

Certaines régulations anormales confirment du reste cette hypothèse. Dans quelques larves, le caractère de généralité fait défaut : on observe par exemple des îlots cellulaires à éléments diploïdes, entourés de toutes parts de cellules ayant conservé leur nombre haploïde, ce qu'il n'est possible d'expliquer que par une régulation tardive.

D'autres larves anormales présentent soit un nombre de chromosomes très faible : de 3 à 8 par exemple au lieu d'une douzaine, ou bien au contraire un nombre considérable de segments chromatiques. Dans l'un de nos œufs, chaque cellule a un nombre de chromosomes voisin de 100. Il est intéressant de remarquer que des anomalies identiques à cette dernière se retrouvent chez l'Abeille mâle, dans les blastodermes parthénogénétiques des Oiseaux, enfin chez les larves d'Oursin obtenues par des procédés chimiques.

Le mécanisme régulateur. — La régulation n'est pas le résultat d'une fusion du pronucleus femelle avec le second globule polaire non émis, ainsi que l'a montré Bataillon, et que le confirme d'autre part la continuité de la régulation au début du développement. Le matériel étranger introduit dans l'œuf par la piqûre, *bien qu'il puisse parfois se fusionner avec le noyau femelle*, ne joue également aucun rôle dans l'augmentation du nombre.

Boveri, puis récemment Herlant, ont tenté d'expliquer la régulation par

le jeu d'un monaster qui augmenterait le nombre et se transformerait ensuite en diaster. La segmentation débuterait alors avec un nombre double ou quadruple de chromosomes. Cette hypothèse exige un retard au début de la segmentation, retard qui, en fait, ne se constate pas le plus souvent; ou bien, s'il se constate, se montre totalement indépendant de la régulation. L'hypothèse nous semble donc insuffisante.

Nous avons observé dans quelques œufs, *ayant tous le nombre haploïde*, une *division anaphasique* des chromosomes, suivie du reste par une dissolution complète de leur substance lors de la télophase, dissolution qui dépouille ce fait de sa finalité apparente. Nous considérons cette division simplement comme l'indice d'une augmentation de la quantité de chromatine nucléaire, aux dépens des produits nucléiques que l'on sait exister dans le cytoplasma des œufs aussi bien d'oursin (Masing) que de grenouille [Fauré-Frémiet et du Vivier de Streel (1)]. Cette augmentation est la conséquence d'un équilibre de partage qui tend à s'établir entre cette chromatine cytoplasmique et la chromatine du noyau. C'est d'elle que dépend vraisemblablement l'autorégulation du nombre. Les variations quantitatives probables de la chromatine cytoplasmique permettent d'expliquer les divers cas observés : *régulation* quand la réserve est suffisante pour combler le déficit initial; *non-régulation* dans le cas contraire, ainsi que les divers troubles enregistrés.

PARASITOLOGIE. — *Coccidies d'oiseaux palustres. Le genre* Jarrina *n. g.* Note (2) de MM. **L. Léger** et **E. Hesse**, présentée par M. Henneguy.

Nous avons trouvé de façon à peu près constante, dans l'intestin des Foulques, *Fulica atra* L. (oiseau de marais, désigné ordinairement sous le nom de « Macreuse » dans le midi de la France) et, plus rarement, dans celui des Poules d'eau, *Gallinula chloropus* L., une petite Coccidie du groupe des *Eimeridæ*, bien caractérisée par la forme très spéciale de ces ookystes ovoïdes, avec large goulot à l'un des pôles (*fig.* 6) et à paroi ponctuée par de fins canalicules. Nous pensons que ces caractères si particuliers justifient la création d'un genre nouveau que nous appellerons *Jarrina* (diminutif de *Jarra*, petite jarre), permettant ainsi de distinguer ces formes si spéciales

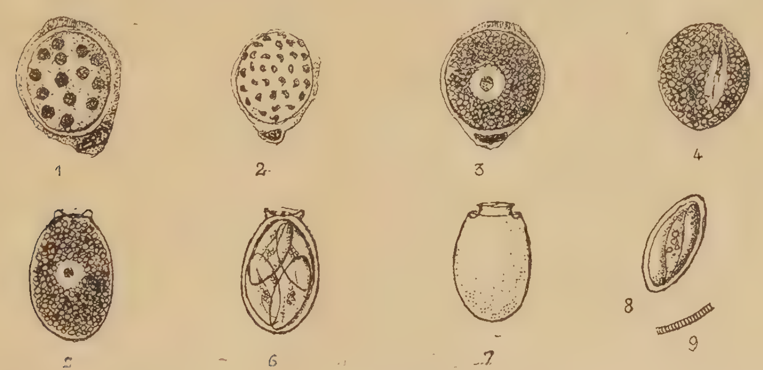
(1) Fauré-Frémiet et du Vivier de Streel, *Composition chimique de l'œuf et du têtard de* R. temporaria *L.* (*Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 613).

(2) Séance du 27 décembre 1921.

des nombreuses *Eimeria* à ookystes lisses, sphériques ou ovoïdes à pôles semblables. Pour ceux qui, comme Lühe et Döflein, tiennent à conserver le genre *Eimeria sensu lato*, ce nouveau genre serait à considérer comme un sous-genre de ce dernier; mais si l'on adopte avec les auteurs la sous famille des *Eimerinæ*, la conservation du genre *Eimeria s. l.* paraît bien superflue, puisque ses caractères se confondent alors avec ceux de la sous-famille dont il serait perpétuellement l'unique représentant, comportant toujours soit de nouveaux sous-genres, soit d'innombrables espèces ce qui n'est pas fait pour faciliter les études de systématique.

Déjà Labbé en 1893 a décrit, sous le nom de *Coccidium* (*Eimeria*) *roscoviense*, une Coccidie à ookyste tronqué et à spores piriformes, commune dans les Échassiers de rivage, et qui devra vraisemblablement rentrer dans notre genre *Jarrina*. De même, sans doute aussi, la Coccidie de l'Oie (*C. truncatum*), décrite en 1891 par Raillet et Lucet et, comme la précédente, inconnue au point de vue de son évolution. Nous appellerons *Jarrina paludosa* notre espèce qui est caractérisée par ses spores ovoïdes à pôles semblables.

Description. — Nous n'avons observé que rarement les stades de schizo-



Jarrina padulosa. — Fig. 1 à 7 × 1200 : 1, Schizonte; 2, Microgamétocyte; 3, Macrogamète; 4, Fécondation; 5, Ookyste stade de repos; 6, Ookyste mûr avec 4 spores; 7, Ookyste vide; 8, Spore × 1700; 9, coupe optique très grossie de la paroi de l'ookyste montrant les canalicules.

gonie dans l'intestin des Foulques. Les schizontes adultes sont situés dans les cellules épithéliales entre le noyau et le plateau. Ovoïdes ou subsphériques, ils mesurent en moyenne 10$^{\mu}$, leur cytoplasma est chromophile et nous avons compté jusqu'à 32 noyaux (*fig.* 1). Nous n'avons jusqu'ici rencontré qu'un seul bouquet de schizozoïtes, arqués et effilés avec quelques grains chromatoïdes.

Les microgamétocytes, situés de même dans les cellules épithéliales, sont

ovoïdes, de $9^{\mu} \times 7^{\mu}$. Leur cytoplasma clair est couvert de nombreux noyaux petits et virguliformes (*fig.* 2) donnant des microgamètes filiformes du type *Eimeria*.

Macrogamètes et ookystes se rencontrent plus communément que les stades précédents. Nous les avons toujours trouvés en grand nombre en été dans les Macreuses de la Camargue et les marais de Tunis. Les jeunes macrogamètes sont ovoïdes, puis deviennent sphériques au terme de leur croissance. A ce moment, le macrogamète, qui atteint 12^{μ}, distend considérablement la cellule en refoulant et comprimant le noyau dans la partie basale (*fig.* 3). Son cytoplasma granuleux est chargé de corps chromatoïdes sphériques ou arqués, quelquefois sous forme de filaments parallèles. Le noyau est central avec un gros karyosome. Au moment de la fécondation qui semble s'effectuer alors que le parasite est encore dans la cellule-hôte, le noyau s'étire et vient au contact de la surface (*fig.* 4). Aussitôt après, le macrogamète subit une contraction et devient ovoïde en même temps qu'il sécrète une épaisse paroi, sauf au pôle supérieur (correspondant au plateau de la cellule) où cette paroi se rétracte, limitant un assez large orifice autour duquel elle se replie en formant un bourrelet circulaire qui bordera le goulot de l'ookyste (*fig.* 5). Ce goulot n'apparaissant, avec la paroi, qu'après la fécondation, ne peut donc être interprété comme un micropyle.

Ainsi formés, les ookystes, abandonnant les débris de la cellule-hôte, tombent dans la cavité intestinale pour être expulsés à l'extérieur; ils mesurent en moyenne 14^{μ} sur 11^{μ}. Leur paroi épaisse apparaît ponctuée à un fort grossissement et cette ponctuation est l'expression de fins canalicules qui la traversent (*fig.* 9). *In vivo* leur contenu est granuleux, jaunâtre avec un espace clair central correspondant au noyau. La maturation de ces ookystes est longue (environ 15 jours à 18°) et difficile à obtenir, car beaucoup d'entre eux sont la proie des bactéries qui trouvent, sans doute, au niveau du goulot, une zone de moindre résistance facilitant leur pénétration. Au cours de la maturation, on voit d'abord le contenu se contracter en une masse sporogène sphérique, que deux divisions successives transforment bientôt en quatre sporoblastes également sphériques. Puis, chacun des sporoblastes s'allonge pour donner une spore ovoïde. Ainsi se forment quatre spores remplissant toute la cavité de l'ookyste sans masse résiduelle. Au pôle antérieur, sous le goulot, se voit souvent un petit corpuscule brillant, déjà signalé par Labbé chez *C. roscoviense* (*fig.* 6).

La spore de 9^{μ} sur 5^{μ}, à paroi lisse et à pôles semblables, renferme dans

sa cavité deux sporozoïtes avec un petit reliquat granuleux central (*fig.* 8). Dans nos vieilles cultures, nous avons observé un certain nombre d'ookystes vides. Le goulot avait subi une légère dévagination (*fig.* 7), ce qui nous porte à penser qu'il représente l'orifice par lequel les spores doivent normalement s'échapper de leur ookyste, peut-être sous l'action d'une pression interne provoquée par des phénomènes d'absorption qui se manifesteraient dans l'estomac d'un nouvel hôte, grâce aux fins canalicules dont la paroi ookystique est criblée.

Diagnose. — G. *Jarrina* n. g. Coccidie *Eimeridæ* de la sous-famille des *Eimerinæ* (ookystes à quatre spores dizoïques) à ookyste ovoïde muni d'un goulot à l'un des pôles et à paroi ponctuée.

J. paludosa n. sp. Ookyste de 14^{μ}-$15^{\mu} \times 11^{\mu}$ mûrissant en dehors de l'hôte et donnant sans reliquat kystal quatre spores dizoïques ovoïdes biconiques de 9^{μ} sur 5^{μ} avec un petit reliquat sporal granuleux central.

Habitat : Intestin d'oiseaux de marais; *Fulica atra* (Dauphiné, Camargue, Tunisie); *Gallinula chloropus* (Dauphiné).

PATHOLOGIE. — *Sur un cas de moniliase bronchique.*

Note de MM. A. Sartory et L. Moinson, présentée par M. Guignard.

En juin dernier, nous isolions des expectorations d'un malade suspect de tuberculose pulmonaire un champignon du genre *Monilia*. Aucun autre facteur étiologique, tel que le bacille de la tuberculose, n'avait pu être mis en évidence dans les crachats.

Symptomatologie. — C'est en mai dernier que l'un de nous fut appelé en consultation auprès de M. V..., 38 ans, ingénieur des Mines, ayant résidé à Paris. Le malade présente à ce moment de la toux avec expectoration sanguine; il manque d'appétit et paraît amaigri. L'évolution ressemble beaucoup à celle de la phtisie ou de la broncho-pneumonie. Le début date de deux mois. A l'examen physique on trouve des râles très nets, du souffle bronchique avec absence complète de murmure vésiculaire; de la crépitation, des frottements pleuraux et, plus tard, des signes de sclérose pulmonaire. Pas d'hémoptysie, mais gêne respiratoire intense. C'est à ce moment que nous effectuons l'examen bactériologique des crachats. L'examen du sang du malade ne révèle rien et l'examen des urines ne présente aucun intérêt.

Description du champignon isolé. — Sur les préparations fraîches, il se présente sous forme de cellules arrondies et parfois ovales, mesurant de 4^{μ} à $6^{\mu},5$. Certaines de ces cellules ressemblent à une toupie. Nous n'avons jamais rencontré de filaments mycéliens dans les expectorations.

Culture du champignon. — Il se cultive fort bien sur la gélose ordinaire, il pré-

fère cependant la gélose maltosée de Sabouraud, où il donne une grosse saillie arrondie très nette, d'un blanc opaque.

Sur gélatine ordinaire ou glucosée, il végète bien en donnant des cultures duveteuses, épaisses et saillantes, d'un blanc très pur. Il ne liquéfie la gélatine à aucun moment; sur carotte, banane, décoction de fruits gélatinée ou gélosée, la culture est assez luxuriante.

Le sérum coagulé est un mauvais milieu; il y pousse néanmoins sans provoquer la liquéfaction.

La pomme de terre, le topinambour, sont des milieux peu favorables à la culture du champignon.

Caractères biochimiques. — Le champignon se colore bien par les couleurs ordinaires d'aniline; le colorant de choix cependant est le bleu lactique, et surtout le colorant triple de Guéguen, qui nous permet de déceler quelques guttules de graisses dans les formes ovales et arrondies. Il reste coloré par la méthode de Gram.

Il dégage de l'acide et des gaz dans les milieux à base de glucose, lévulose et maltose, mais pas dans les milieux à base de galactose, lactose, saccharose, raffinose, dextrine et inuline. Il ne liquéfie pas l'empois d'amidon.

Inoculation. — L'inoculation aux cobayes de crachats frais (trois expériences) contenant des spores du champignon a donné des résultats négatifs. Des inoculations sous-cutanées, intrapéritonéales et intraveineuses ont été faites chez le lapin avec des cultures pures du champignon isolé. Chaque inoculation était faite avec un fragment de culture de 48 heures dans 2^{cm^3} de sérum physiologique et agité pendant une demi-heure de manière à bien mélanger tous les éléments.

L'injection sous-cutanée fut négative.

L'injection intrapéritonéale s'accompagna d'une forte température pendant trois jours et l'animal maigrit de 353^g (poids initial de l'animal : 1750^g).

L'injection intraveineuse détermina, chez un animal du poids de $2^{kg},125$, une mycose généralisée; l'animal mourut au bout du douzième jour avec un amaigrissement de 510^g.

L'autopsie révèle les caractéristiques suivantes :

Poumons très congestionnés avec marques ecchymotiques. Reins très gros et parsemés sur toute leur surface de petits abcès miliaires. Foie très gros. Rate et intestins normaux.

Des coupes de poumons et de reins colorés révèlent la présence du parasite. L'ensemencement des divers organes (poumon, rein et foie) faites dans du liquide de Raulin ordinaire sont positives.

L'agglutination est positive au $\frac{1}{150}$; la réaction de Bordet-Gengou est négative.

Traitement du malade. — Nous avons commencé le traitement par l'iode injectable (huile iodée) dès le diagnostic posé (injections intramusculaires dans la région fessière de 2^{cm^3} injectés tous les deux jours jusqu'à concurrence de 40 piqûres).

Depuis le mois d'octobre, le malade ne tousse plus, n'a plus de fièvre; nous le considérons comme cliniquement guéri. L'examen bactériologique des crachats ne révèle plus la présence de *Monilia*.

En résumé, nous nous trouvons en présence d'un cas de moniliase bron-

chique décrite pour la première fois en 1905 à Ceylan par Castellani et trouvé aussi récemment en France et en Italie par Pinoy et Iacono. Plusieurs espèces de champignons du genre *Monilia* sont susceptibles de provoquer cette affection parfois très grave.

Dans le cas que nous décrivons, l'agent semble bien être le *Monilia Pinoyi*. L'examen du champignon en culture cellulaire nous a permis de le ranger dans le groupe des *Monilia*. De plus, grâce à l'amabilité de M. Nayeb Farah, nous avons pu l'identifier et reconnaître en lui le *Monilia Pinoyi*, Castellani, 1910.

MÉDECINE. — *Sur un signe auditif de spécificité.*
Note (¹) de MM. **Rousselot** et **A. Marie**, présentée par M. d'Arsonval.

Une étude attentive et prolongée de l'oreille ne devait manquer de mettre en évidence le retentissement que peuvent avoir sur cet organe certains vices du sang.

Lacunes auditives sont souvent synonymes d'infections.

Un cas de paludisme très net a mis sur la voie il y a plus de 20 ans. D'autres et de diverses natures ont suivi. Mais la syphilis a donné la preuve de lésions caractéristiques presque constantes.

Aussi cette Note ne vise-t-elle que les syphilitiques atteints de syphilis neurotrope ancienne surtout, et parfois certains jeunes sourds hérédo-syphilitiques qui ignorent la cause de leur mal et qui en sont innocents.

Le signe est celui-ci.

Intégrité de l'audition pour les notes aiguës jusqu'aux environs de 2000 vibrations doubles; diminution progressive au-dessous, si bien que, pour un fort diapason de 224 vibrations doubles, le déficit est considérable et que pour 64 vibrations doubles il est presque complet.

Ce n'est pas à dire que tout syphilitique soit sourd ou voué fatalement lui-même à la surdité. Mais si l'on rencontre un sourd qui réalise le tableau ci-dessus, il y a lieu de se défier.

Ce syndrome auditif paraît aussi caractéristique et pathognomonique, d'après notre expérience de ces dix dernières années, que certaines lésions du fond d'œil pour les oculistes.

Il nous a permis d'annoncer presque à coup sûr le Wassermann positif que les contrôles de l'Institut Pasteur ont permis de déterminer en complète confirmation des constatations acoustiques.

(¹) Séance du 27 décembre 1921.

PHOTOCHIMIE. — *Étude spectrographique du dévirage du platinocyanure de baryum dans l'effet Villard.* Note [1] de MM. A. ZIMMERN et E. SALLES, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que les écrans fluorescents ayant subi l'effet Villard (brunissement de ce sel sous l'action des rayons X) peuvent revenir à l'état primitif par l'exposition à la lumière diffuse. Ce phénomène a été attribué par certains auteurs à une déshydratation, par d'autres à une transformation moléculaire du sel avec passage d'une forme isomère à une autre. Il nous a paru intéressant de rechercher quelles étaient dans le spectre lumineux les radiations d'où relève cette régénération. A cet effet nous avons exposé une bande de platinocyanure de baryum ayant subi préalablement l'action des rayons X au delà de la teinte B de l'étalon dosimétrique en usage en radiothérapie, à l'action de l'arc électrique.

On constate que le dévirage n'apparaît, même après plusieurs heures d'exposition, que dans des régions parfaitement déterminées sous la forme de bandes perceptibles déjà au bout de très peu de temps, aux intensités employées, par leurs limites assez franches. Nous en avons jusqu'à présent compté quatre. Il s'ensuit que les radiations susceptibles de détruire l'effet Villard semblent se répartir en quatre bandes principales, de largeur très voisine, la plus basse située entièrement dans l'infrarouge et débutant à la limite du rouge visible, une seconde dans le vert jaune, une troisième dans le bleu, et une dernière enfin, plus lente à venir, dans l'ultraviolet.

---

[1] Séance du 27 décembre 1921.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.